

Die Lebensdauer und das Zusammenleben von Mikroorganismen  
im Wasser.

von

Christa Fleißig

1956







Die Lebensdauer und das Zusammenleben von Mikroorganismen im Wasser.

Inaugural - Dissertation

zur

Erlangung der Doktorwürde

der

Hoehen Naturwissenschaftlichen Fakultät

der

Ludwig - Maximilians - Universität

zu

München

vorgelegt

von

Christa Fleißig

aus

Berlin - Schöneberg

Mai 1956









# I n h a l t s v e r z e i c h n i s s .

|                                                                                                                | Seite |
|----------------------------------------------------------------------------------------------------------------|-------|
| I. Einleitung                                                                                                  | 1     |
| II. Literatur                                                                                                  | 2     |
| 1. Die Lebensdauer verschiedener Bakterien im Wasser                                                           | 2     |
| 2. Wasseruntersuchungen zur Klärung des Selbstreinigungsprozesses                                              | 5     |
| 3. Die Bedeutung des Zusammenlebens von Bakterien und Protozoen für die natürliche Selbstreinigung des Wassers | 8     |
| III. Eigene Versuche                                                                                           | 11    |
| Material und Methodik                                                                                          | 11    |
| IV. Untersuchungen und Untersuchungsergebnisse                                                                 | 15    |
| 1. Die Lebensdauer von Reinkulturen verschiedener Bakterien, Bazillen und Kokken in sterilisiertem Bachwasser  | 15    |
| 2. Die Lebensdauer von Mischkulturen verschiedener Bakterien, Bazillen und Kokken in sterilisiertem Bachwasser | 20    |
| Versuchsgruppe 1: <i>Bacterium coli</i>                                                                        | 20    |
| Versuchsgruppe 2: <i>Bacterium aerogenes</i>                                                                   | 34    |
| Versuchsgruppe 3: <i>Bacterium enteritidis</i> Gärtner                                                         | 49    |
| Versuchsgruppe 4: <i>Bacterium pyocyaneum</i> und <i>Bacterium fluorescens</i>                                 | 49    |
| Versuchsgruppe 5: aerobe Sporenbildner                                                                         | 56    |
| Versuchsgruppe 6: hämolytische Mikrokokken                                                                     | 65    |
| Versuchsgruppe 7: <i>Sarcina lutea</i>                                                                         | 76    |
| Zusammenstellung der Mischkulturversuchsergebnisse in sterilisiertem Bachwasser                                | 78    |
| 3. Versuche mit Mischkulturfiltraten aus sterilisiertem Bachwasser                                             | 81    |
| 4. Kontrollversuche über die Lebensdauer von Mischkulturen verschiedener Bakterien und Kokken in Nährbouillon  | 84    |
| Zusammenstellung der Mischkulturversuchsergebnisse in Nährbouillon                                             | 92    |
| 5. Die Lebensdauer von <i>Bacterium enteritidis</i> Gärtner in städtischem Abwasser und in Jauche              | 93    |
| 6. Untersuchungen von städtischem Abwasser                                                                     | 94    |







## I. Einleitung.

Die Sicherstellung des ständig steigenden Bedarfs an Brauch- und Reinwasser der Industrie und der wachsenden Bevölkerung zwingt nicht nur zu vorsorglicher Erschließung neuer Wasserreserven, sondern erfordert auch zur Schonung der natürlichen Reserven, der Quellen, Flüsse und Seen, die Wiederverwendung der anfallenden Abwässer nach ihrer Reinigung als Frischwasser.

Diese Wiederverwendung setzt voraus, daß das gereinigte Abwasser für die Verbraucher absolut unschädlich, also auch frei von pathogenen Keimen ist, um eine Gefährdung der Bevölkerung insbesondere durch Infektionskrankheiten bei verunreinigtem Wasser auszuschließen.

Die Erforschung der Lebensdauer von Keimen, insbesondere der pathogenen, und das Zusammenleben von Mikroorganismen im Wasser hat daher eine verstärkte und aktuelle Bedeutung gewonnen.

Die vorliegende Arbeit soll hierzu einen Beitrag liefern.

Herr Professor Dr. M. R o l l s stellte mir die Aufgabe,

die Lebensdauer pathogener und apathogener Keime sowie das Zusammenleben zweier Keimarten in reinem Wasser zu untersuchen.

Weiterhin sollte die Lebensfähigkeit und das Zusammenleben von Keimen in verunreinigtem Wasser und in Jauche unter Berücksichtigung der anwesenden Protozoen in dieser Lebensgemeinschaft geprüft werden.



## II. Literatur.

### 1. Die Lebensdauer verschiedener Bakterien im Wasser.

Die Frage nach der Lebensdauer von Bakterien im Wasser beschäftigt die Forschung seit langer Zeit, sie war Gegenstand zahlreicher Untersuchungen. Die hierbei gefundenen Grenzen für die Lebensfähigkeit dieser Mikroorganismen sowohl im natürlichen wie im sterilisierten Wasser sind keineswegs scharf, vielmehr zeigen die ermittelten Werte weitgehende Unterschiede.

In den Beiträgen zur Vermehrung pathogener Bakterien im Wasser schilderten W o l f f h ü g e l und R i e d e l Versuche mit Typhuserregern in sterilisiertem Flußwasser, wobei diese selbst durch Zusatz von 90% destilliertem Wasser nicht zugrunde gingen, sondern sich bei günstigen Temperaturbedingungen (bei 16°C und darüber) vermehrten und bei niedrigerer Temperatur (8°C) wenigstens lebensfähig blieben.

Außerdem untersuchten sie das Verhalten der Typhusbakterien im sterilisierten Leitungswasser bei einer Temperatur von 18-22°C. Dabei zeigte sich in den ersten Tagen durchweg eine Abnahme, danach eine vorübergehende Vermehrung der entwicklungsfähigen Keime, die zwischen dem 27. und dem 32. Tage noch nachweisbar waren. Die Verfasser waren der Meinung, daß die Typhusbakterien erst einige Zeit brauchen, um sich nach Einführung in das Wasser an das für sie fremdartige Medium zu gewöhnen. Brachten sie gleichzeitig Wasser- und Typhusbakterien in das Wasser, so blieben die Typhuskeime noch längere Zeit am Leben.

B o l t o n studierte eingehend die Vermehrung der Bakterien im Wasser. Er fand eine Reihe von Bakterien, vorwiegend Wasserbakterien, welche sich in mehrfach destilliertem Wasser, das soweit als möglich von Salzen und organischen Stoffen gereinigt war, sehr stark vermehrten. Nach Ansicht B o l t o n s sind die im Wasser vermehrungsfähigen Keime wenig wählerisch bezüglich der Qualität ihrer Nährstoffe und können scheinbar mit einfachstem Material den Aufbau ihres Körpers leisten. Darin unterscheiden sie sich von den anderen Bakterien. Namentlich die stickstoffhaltigen Stoffwechselprodukte können offenbar immer wieder zerlegt werden. Als wichtiger Faktor kommt außerdem der Kohlensäuregehalt und die Temperatur des Wassers in Betracht. Die Anhäufung der Kohlensäure ist nach B o l t o n für die Bakterien schädlich, nicht dagegen die Sauerstoffentziehung, und von der Temperatur ist die Vermehrungsquote abhängig.

Von den pathogenen Keimen, die der Verfasser untersuchte, interessieren vor allem das Bacterium typhi und Micrococcus albus. Für das Typhusbakterium stellte er im destillierten Wasser, Leitungs- und Brunnenwasser, die alle sterilisiert worden waren, bei 20°C eine 30tägige und bei 35°C eine 3tägige Lebensdauer fest. Micrococcus albus ging bei 20°C innerhalb 20 - 30 Tagen, bei 35°C in 5 - 10 Tagen zugrunde. Die Zeitdauer der Lebensfähigkeit ist nach B o l t o n davon abhängig, ob Dauersporen gebildet werden. Die Qualität des Wassers ist scheinbar für die Lebensfähigkeit pathogener Keime gleichgültig.

Die Resultate von S t r a n d und D u b a r t z nähern sich denen von W o l f f h ü g e l und B o l t o n. Sie konnten im sterilisierten destillierten oder filtrierten Wasser bei Temperaturen von 15 - 20°C die Grenzen für die Lebensdauer von Typhusbakterien mit 81 Tagen, von Micrococcus aureus mit 21 Tagen und von Streptococcus pyogenes mit 15 Tagen bestimmen. Abschließend stellten die Autoren auch fest, daß die chemische Zusammensetzung des Wassers keinen Einfluß auf die Lebensfähigkeit der pathogenen Bakterien hatte.



K r u s e brachte ebenfalls Typhusbakterien in sterilisiertes Wasser und fand sie noch nach Wochen lebend.

F i c k e r beobachtete, daß destilliertes Wasser eine stark bakterizide Wirkung auf eingepflichte pathogene Mikroorganismen ausübte, falls die Bakterien ohne Nährsubstanz und in nicht allzu großer Menge in das Wasser übertragen wurden. Unter Umständen genügte aber schon die durch das destillierte Wasser aus den Glaswänden ausgelaugte Alkalimenge, um konservierend zu wirken und die Keime längere Zeit am Leben zu erhalten.

Nach den Untersuchungen von B r a o m degenerieren die meisten Bakterien in destilliertem Wasser sehr schnell. Für das Typhusbakterium konnte er eine 60tägige Lebensfähigkeit nachweisen.

G o t s c h l i c h ermittelte die längste Lebensdauer für Typhusbakterien in sterilisiertem destilliertem Wasser mit 188 Tagen und im sterilisierten Quellwasser mit 30 Tagen.

B u s s o n sah Kolibakterien, in sterilisiertem Aqua dest. aufgeschwemmt, unter Luft- und Lichtabschluß noch nach 6  $\frac{3}{4}$  Jahren lebensfähig. Dabei handelte es sich nicht nur um eine Konservierung bei Zimmertemperatur, sondern die Keime hatten sich auch weiter vermehrt.

Eine Reihe von Forschern arbeitete mit nichtsterilisiertem Wasser, so E m m e r i c h und P i n t o, die Typhusbakterien in einem Brunnen brachten; diese konnten nach 72 Stunden nicht mehr nachgewiesen werden.

K a r l i n s k i, der ähnliche Versuche unternahm, konnte die bei 8°C in einen Brunnen eingebrachten Typhuskeime nach 2 - 14 Tagen nicht mehr auffinden. Mit ihrer raschen Verminderung ging jedesmal eine starke Zunahme der Wasserbakterien einher. Bei analogen Untersuchungen mit Trinkwasser verschwanden die Typhuserreger spätestens am 6. Tage. Im Laboratoriumsversuch unter den gleichen Bedingungen fand der Verfasser die Typhusbakterien nach 72 Stunden nicht mehr lebensfähig. Er führte diese Ergebnisse auf ihren Kampf mit den Wasserbakterien zurück.

Versuche von H a m m e r l ergaben ein auffallend rasches Verschwinden von *Bacterium coli* im Flußwasser, selbst wenn es einen Fluß in großer Menge zugeführt wurde. Ob der Grund hierfür in einem abgeschwächten Zustande der Koli-keime oder im Einfluß des Lichtes, der Veränderung der Temperatur oder im Kampf mit den besser angepassten Saprophyten zu suchen war, ließ der Verfasser ungeklärt.

H o f f m a n n machte die Beobachtung, daß Typhuskeime in Aquariumwasser, also unter natürlichen Bedingungen ausgesät, eine rasche Abnahme erfuhren. Innerhalb von 72 Stunden war der Keimgehalt pro cem von über 300 000 auf 50 gesunken.

H o u s t o n fand, daß Typhusbakterien im Flußwasser meistens schon in der ersten Woche zugrunde gingen.

Nach B o n t e m p s waren dagegen in Flußwasser eingesäte Typhuskeime noch nach Ablauf von 12 Wochen lebensfähig.

B a r t o s, B a n g a s i und B a k o s gaben die Lebensdauer von *Bacterium coli* in einen künstlich versuchten Kesselbrunnen mit 55 Tagen, von *Bacterium typhi* mit 31 Tagen an.

Andere Autoren führten die Versuche sowohl mit sterilisiertem als auch mit nichtsterilisiertem Wasser durch.

So untersuchte F r a n k l a n d das Verhalten von Koli- und Typhusbakterien bei einer Temperatur von 19°C und stellte als Erster fest, daß Typhuskeime in sterilisiertem Flußwasser 75 Tage am Leben bleiben können, während



sie in nichtsterilisiertem Flußwasser in 34 Tagen abstarben. Für das *Bacterium coli* ermittelte er im nichtsterilisierten Flußwasser eine 40tägige, in sterilisiertem Flußwasser eine 75tägige Lebensdauer. Der Verfasser hielt die im sterilisierten Wasser vorhandenen organischen Stoffe für bestimmend für die Lebensfähigkeit der in diesem Wasser befindlichen Keime, während er die bakterienfeindliche Wirkung der unsterilisierten Wasser auf die Gegenwart chemischer Produkte zurückführte, die die Wasserbakterien erzeugen.

v. F r e u d e n r e i c h prüfte die Lebensdauer von *Bacterium coli* in sterilisiertem und nichtsterilisiertem Fluß- und Leitungswasser und bewahrte die Proben bei Zimmertemperatur auf. Im sterilisierten Wasser beobachtete er eine Vermehrung der Koli-Keime, in Konkurrenz mit den Wasserbakterien eine rasche Abnahme ihrer Zahl.

K o n r a d i konnte *Micrococcus aureus* in Leitungswasser von 37°C und in Aqua dest. 438 Tage, in sterilisiertem Leitungswasser dagegen einen Monat lang nachweisen. Bei Zimmertemperatur war *Micrococcus aureus* in Leitungswasser nach 508 Tagen, in sterilisiertem Leitungswasser und in Aqua dest. nach 30 Tagen nicht mehr entwicklungsfähig. Das *Bacterium typhi* war bei 37°C in Leitungswasser und in Aqua dest. 420 Tage und in sterilisiertem Leitungswasser 30 Tage lang am Leben. Seine Lebensdauer betrug nach K o n r a d i bei Zimmertemperatur in sterilisiertem und nichtsterilisiertem Leitungswasser ebenso wie in Aqua dest. 490 Tage.

Der Verfasser kam zu dem Ergebnis, daß die pathogenen Mikroorganismen im Wasser den Kampf mit den Wasserbakterien aufnehmen, wobei diese zugrunde gehen, während die pathogenen Keime lebensfähig bleiben. Ihr endliches Absterben begründete er mit Degenerationserscheinungen, die sich in ihren Körpern abspielen.

P l a t t berichtete über Untersuchungen der Lebensfähigkeit von *Bacterium coli* und *Bacterium aerogenes* in sterilisiertem und rohem Flußwasser von 0°, 18° und 37°C. Bei 18°C war im allgemeinen *Bacterium aerogenes* widerstandsfähiger als *Bacterium coli*, bei 0°C und 37°C war das Gegenteil der Fall. Bei 0°C im sterilisierten Wasser nahmen beide Keime langsam ab, aber nur *Bacterium coli* war nach 73 Tagen noch vorhanden. Bei 18°C im Dunkeln ließ sich für die ersten paar Tage bei beiden Arten ein leichter Anstieg erkennen, doch dann nahmen beide gleich ab. Im zerstreuten Sonnenlicht verschwand *Bacterium coli* nach 60 Tagen, während *Bacterium aerogenes* sich auf das 10fache vermehrte. Bei 37°C ging *Bacterium aerogenes* in 1 - 4 Tagen, *Bacterium coli* dagegen in 26 - 30 Tagen zugrunde.

Einige Autoren dehnten ihre Untersuchungen auf das Verhalten pathogener Bakterien im Meerwasser aus. Von besonderem Interesse sind die Arbeiten D e G i a x a s, der zu folgenden Schlüssen kam: Das sterilisierte Meerwasser bietet einen günstigen Boden für die Entwicklung des *Bacterium typhi* und des *Micrococcus aureus*. Die Vermehrungszeit ist jedoch nur kurz, es folgt eine schrittweise Abnahme. Im nichtsterilisierten Meerwasser wird die Reproduktion der pathogenen Keime durch die lebhaftige Konkurrenz der Wasserbakterien verhindert.

C a s s e d a b a t berichtete ebenfalls über Meerwasserexperimente. Im sterilisierten Meerwasser starben *Micrococcus aureus* in 22 - 24 Tagen, *Micrococcus citreus* in 19 - 22 Tagen und *Bacterium typhi* schon nach 48 Stunden ab.

Nach G o t s c h l i c h hielten sich Typhuskeime über 9 Tage lang im rohen Meerwasser am Leben.

Nur wenige Angaben finden sich in der Literatur über Versuche, bei denen gleichzeitig 2 Mikroorganismen in das Wasser übertragen wurden.

G r i m b e r t konnte aus sterilisiertem Wasser, das er zur gleichen Zeit mit Koli- und Typhusbakterien beschickte, bereits nach 48 Stunden nur noch



## Kolikeime isolieren.

Untersuchungen von S. H. L. L. bezogen sich auf den Bacillus mesentericus, einen proteolytischen Keim; befand sich dieser gemeinsam mit einem Streptococcus, einem peptolytischen Keim, in destilliertem Wasser, also in einem Milieu, das jeder Nahrung einschließlich Stickstoff beraubt war, wurde er zum Antagonisten des letzteren und schied eine bakteriolytische Substanz aus. Nach längeren Verweilen im Brutschrank bei 37°C waren die Streptokokken nicht mehr nachweisbar.

Die Autolyse einer Streptokokkenkultur in Aqua dest. bei 37°C ging zu sehen 30 - 40 Tagen vor sich.

Unter andern einwirkte der Verfasser auch den proteolytischen Bacillus subtilis, eine Reihe von Sarzinen und verschiedene Mikrokokkenarten. Als Bakterien, die zur Verdauung gebracht wurden, verwandte er pathogene Streptokokken und den Streptococcus lacticus.

S. H. L. L. bezeichnete diesen Vorgang als „erzwungenen Antagonismus“, er verstand darunter die Voraussetzung, daß zwei Bakterienarten, die normalerweise gut zusammen gedeihen, unter solche künstliche Bedingungen gestellt werden, daß zwischen ihnen ein Existenzkampf entsteht. Die von den „erzwungenen Antagonisten“ gebildeten lytischen Substanzen sind nach S. H. L. L. fermentartiger Natur und werden beim Erhitzen auf 55 - 60°C zerstört.

K. R. A. L. der pathogene Bakterien (u. a. auch Typhusbakterien) in nichtsterilisiertes Leitungswasser und Brunnenwasser übertrag und diese schon nach wenigen Tagen (die Typhuskeime nach 6 Tagen) darin nicht mehr fand, kam zu dem Ergebnis, daß die rasche Vernichtung der pathogenen Keime eine direkte Wirkung der Wasserbakterien ist. Weder die chemische Beschaffenheit des Wassers noch die Zahl der Wasserbakterien schien dabei von Bedeutung zu sein.

Für das Verschwinden der pathogenen Bakterien im Wasser hielt C. F. R. L. ebenfalls den Antagonismus der einzelnen Bakterienarten für ursächlich.

T. A. G. W. begründete auch die rasche Abnahme einiger Saprophyten in einem Brunnen mit ihrem Kampf um das Dasein mit den Wasserbakterien.

H. L. L. L. führte das unterschiedliche Verhalten der Bakterien in filtriertem und verunreinigtem Wasser auf einen biologischen Prozeß zurück, da im verunreinigten Wasser die Konkurrenz verschiedener Bakterienarten wirksam sei, und I. A. K. L. sah in den Protozoen die Hauptursache der Keimabnahme im Wasser; erst in zweiter Linie bestand nach seiner Ansicht eine Wechselwirkung (Antagonismus) zwischen den Wasserbakterien (Fluorescenzgruppe) und den wasserfremden Mikroorganismen, derart, daß letztere an ihrer Entwicklung und ihrem Fortleben gehindert wurden.

Nach W. A. K. S. M. A. ist auch die Bakterienarmut des Meerwassers nicht auf seinen Salzgehalt sondern auf die antagonistischen Vorgänge durch die Anwesenheit anderer Organismen zurückzuführen.

Nach allen diesen Berichten zeigte sich die schädigende Wirkung der Konkurrenz der Wasserbakterien gegenüber wasserfremden Keimen in der Tatsache, daß letztere in sterilisiertem Wasser viel länger zu leben vermögen als in Rohwasser.

## 2. Wasseruntersuchungen zur Klärung des Selbstreinigungsprozesses.

Die natürliche Selbstreinigung des Wassers, d. h. der Abbau der organisch fäulnisfähigen Substanz durch physikalisch-chemische und biologische Prozesse hat die Wissenschaft seit langen beschäftigt, um die bei diesem Vorgang wirkenden Faktoren festzustellen.

Die ersten Veröffentlichungen hierüber von C. R. A. M. A. R., R. U. B. A. R., H. E. S. S. E. und K. A. L. L. K. beschränkten sich lediglich auf die Angabe,



mit der Vermehrung der Bakterien eine Selbstreinigung eintritt, der man eine gewisse Grenze setzt. Man beachtete außerdem ein rasches Abnehmen der Mikrobenszahl bei höherer als bei niedriger Temperatur und eine noch schnellere Abnahme.

Im Jahre 1866 untersuchte eine englische Kommission, wie sich die Selbstreinigung der Kläse aus der Oxydation der organischen Materie durch den im Wasser aufgelösten Sauerstoff erklären ließe. Es ergab sich, wie sich herausstellte, eine sehr langsame Reinigung, von der Kommission zu der Erklärung, eine Selbstreinigung der Kläse sei ganz oder kaum anzunehmen.

Es wurde aber beobachtet, daß durch einen starken Fäulnisprozeß die organischen Stoffe mineralisiert und zur Nahrung einer neuen Pflanzengeneration gemacht werden.

Die Selbstreinigung der Kläse wird als eine langsam vor sich gehende allgemeine Reinigung durch den Sauerstoff der Atmosphäre, unterstützt von dem pflanzlichen und tierischen Leben im Wasser.

Andere Gelehrte wie Frank, Prausnitz, Schlatter und van't Hoff sahen in der Sedimentierung der Bakterien und der übrigen ungelösten Verbindungen den wesentlichen Faktor.

Nach Fossner kommt die Selbstreinigung durch starke Verdünnung und durch Sedimentierung zustande, jedoch sollen auch chemische und biologische Prozesse eine Rolle spielen.

Low war von der Wichtigkeit der Algenentwicklung bei der Selbstreinigung des Wassers überzeugt und wurde darin von v. Pettenkofer unterstützt.

Ebenso glaubte Bokorny, daß eine beträchtliche Anzahl der gelösten organischen Stoffe durch Wasserpflanzen vernichtet würde, daneben sollten auch die Wasserbakterien beteiligt sein.

Mutsehler schrieb die Selbstreinigung der Tätigkeit der Algen und der Wirkung der Sonnenstrahlen zu.

Uffelmann und Schmenk bestritten die Algentheorie, Schmenk schrieb der chlorophyllfreien Vegetation, namentlich Beggiatoa alba besondere Wirkung bei der Selbstreinigung des Wassers zu. Pfeiffer und Esenlohr stimmten ihm zu.

Auch chemische Einflüsse auf die Selbstreinigung wurden untersucht.

Heraeus, der über reduzierende und oxydierende Eigenschaften von Bakterien im Brunnenwasser arbeitete, vermißte jeden Zusammenhang zwischen chemischem und bakteriologischem Verhalten. Dagegen steht es nach Rubner außer Zweifel, daß neue Zufuhr selbst sehr geringer Mengen von Nährmaterial eine bedeutende Steigerung des Keimgehaltes nach sich zieht.

Pohl war der Ansicht, daß die Lebensfähigkeit der Mikroorganismen in direktem Zusammenhang mit dem chemischen Charakter eines Wassers steht. Er forderte dies aus der quantitativ verschieden verlaufenden Vermehrung der Wasserbakterien in Wässern von verschiedener chemischer Zusammensetzung bei Einhaltung gleicher Versuchsbedingungen ohne Berücksichtigung der Bakterienzahl, zweitens aus dem quantitativ und qualitativ verschiedenen Vermehrungsgang der Bakterien bei Beimpfung steriler Wässer verschiedenen chemischen Charakters mit gleichen Mengen derselben Bakterien, und drittens aus dem Zusammenfallen bestimmter chemischer Momente und einem bestimmten Charakter des Vermehrungsganges.

Fromme berichtete über den Wert des Eisens zur Wasserreinigung. Er konnte eine lebhaftere Vermehrung von Bakterien bei Berührung mit Eisenfeilspänen wahrnehmen und glaubte dieses durch den regulierenden Einfluß des



Eisens auf den im Wasser enthaltenen Sauerstoff erklären zu können, da dieser vom Eisen gebunden wird, wodurch die anaeroben Bakterien verbesserte Bedingungen zu verstärktem Wachstum erhalten.

Aus seinen Untersuchungen, nach denen Wasser verschiedenen Ursprungs in bakterienfrei filtriertem Zustande eingesäte Koli- und Typhusbakterien vernichtete, im gekochten oder auf 60°C erhitzten Wasser das Absterben nicht beobachtet wurde, folgerte R u s s e l, daß die Toxicität des Wassers für die Selbstreinigung von Bedeutung ist.

Im nährstoffarmen Wasser fand H i n d s eine schädliche Wirkung des Sauerstoffs auf das Bacterium coli, dagegen eine günstige auf das Typhusbakterium.

N i k i t i n s k y und M u d r e z o w a wiesen experimentell für alle von ihnen untersuchten Wasseroxorganismen keine Beeinträchtigung (Giftigkeit) durch Sumpfgas nach.

Nach L i e b m a n n treten dagegen im methanhaltigen Medium alle Organismen, sogar die pathogenen Bakterien, zurück. Er stellte eine Vernichtung der letzteren durch die alkalische Gärung bei Anwesenheit von Methanbakterien fest.

Bei Untersuchungen über die bakterienfeindliche Einwirkung des Lichtes beobachtete B u c h n e r im Jahre 1893 einen bedeutenden Einfluß des Lichtes auf die Selbstreinigung der Flüsse, hauptsächlich auf die Abnahme von Bacterium coli, Bacterium typhi und Bacterium pyocyaneum im Flußwasser. Direktes Sonnenlicht hatte besonders im Sommer einen starken desinfizierenden Effekt auf die im Wasser schwebenden Keime. Ebenso war diffuses Tageslicht nach B u c h n e r den Bakterien bei längerer Einwirkung nachteilig.

Auch F i s c h e r, der den Keimgehalt des Meerwassers bestimmte, wies auf die deutlich bakterienvernichtende Wirkung der Sonnenstrahlung hin.

Von K e d z i o r wurde dieser Einfluß des Lichtes bestritten, er konnte selbst nach 22stündiger Einwirkung auf Fluß- und Kloakenwasser keine Sterilisation erreichen.

Nach P r a u s n i t z erfolgt das Verschwinden der Mikroorganismen während der Tages- und Nachtzeit, ist also durch die Belichtung des Wassers nicht bedingt, sie scheint jedoch das Absterben der Keime zu fördern.

H i l s u m untersuchte das Wasser eines Schwimmbades. Da seine Ergebnisse einen Unterschied zwischen Morgen- und Abendzeit nicht erkennen ließen, schaltete er den Einfluß des Lichtes auf die Abnahme der Bakterien aus. Einer Sedimentierung als Ursache der Keimverminderung wirkte er durch Umschütteln des Wassers vor der Entnahme entgegen und stellte so auch diese Möglichkeit außer Betracht. Ebensowenig gab er dem Nahrungsmangel die Schuld am Bakterienchwund, weil er Reinkulturen in filtriertes Wasser brachte und keine Verminderung der Keime erkennen konnte. Dadurch ist nach H i l s u m auch nicht die Einwirkung toxischer Stoffe im Wasser anzunehmen.

Gegenstand weiterer Untersuchungen war die Beteiligung der Bakteriophagen, d.h. jener Lebewesen, die sich nur an oder in lebenden Bakterien vermehren und die die befallenen Keime zur Auflösung bringen, an der Selbstreinigung des Wassers.

N a k a s h i m a untersuchte diese Frage im Zusammenhang mit dem Bakteriophagen Lysin d'Hérelles. Da er in normalem städtischen Abwasser regelmäßig ein Kolilysin fand, das dagegen im Abwasser mit stark industriellem Einschlag fehlte oder nur selten auftrat und bei dem biologischen Reinigungsprozeß nicht verändert wurde, entschied er sich für eine Beteiligung der Bakteriophagen an der Selbstreinigung des Wassers.

Ebenso äußerte sich B u j a n o w s k i, der aus Abwässern einen polyvalenten Bakteriophagen gewinnen konnte. Danach ist der Bakteriophage in der



Wasser mit verunreinigt und wird überall dort vorgefunden, wo die Kontakt mit den Exkrementen von Mensch und Tier möglich ist, was sein Vorkommen in Abwässern erklärt.

Auch **F l o e k** meinte an, daß Bakteriophagen an der Selbstreinigung des Wassers beteiligt sind, indem sie in einem Vorfluter unter günstigen Umständen Bakterien abzumordern vermögen.

**S c h e p p e l e w s k y** berichtete über Untersuchungen an Sauerwasserläusen. Daraus ergaben die Bakteriophagen im Stoffkreislauf der Gewässer besondere Bedeutung, weil sie die Massenzunahme von Wasser- und Schlamm-Bakterien, die bei der Reinigung von Stoffen eine wichtige Rolle spielen, begrenzen.

**S c h e p p e l e w s k y** stellt den Ablauf des d'Hérélouche'schen Phänomens in der freien Natur für unvollständig, er schloß nach seinen Untersuchungen die Bakteriophagen als Faktor der Selbstreinigung des Wassers aus.

Auch nach **S e e r d** sind die Bakteriophagen bei der Selbstreinigung nicht von Wichtigkeit, weil das typhische Agens leicht adsorbiert und damit unwirksam wird.

**F l o e k** konnte zeigen, daß die Reinigung des Wassers auch bei völligem Fehlen der Bakteriophagen zustande kommt, während der Reinigungsprozeß bei ihrer Anwesenheit nicht beschleunigt wird. Seiner Meinung nach spielen die Protozoen die Hauptrolle bei der Selbstreinigung des Wassers.

### 3. Die Bedeutung des Zusammenlebens von Bakterien und Protozoen für die natürliche Selbstreinigung des Wassers.

Über die Bedeutung der Protozoen für die Selbstreinigung des Wassers berichtete schon 1891 **L ö w** und später **U f f e l m a n n**. Beide schrieben das Absterben der Bakterien in fließendem und stehendem infizierten Wasser dem Einfluß der Protozoen zu, ohne daß sie ihre Annahme durch Versuche stützten.

Den experimentellen Nachweis einer solchen Wirkung der Wasserprotozoen erbrachten zuerst **E m m e r i c h** und **G e m ü n d**, die Typhusbakterien in nichtsterilisiertes Wasser (Leitungswasser) aussäten und diese nach einiger Zeit darin nicht mehr nachweisen konnten, gleichzeitig aber eine große Anzahl Protozoen beobachteten, die in ihrem Innern Bakterien in verschiedenen Stadien der Auflösung enthielten. Das Vorhandensein der Wasserbakterien sollte auf die pathogenen Keime keine vernichtende Wirkung ausüben.

Diese Beobachtungen sind vielfach nachgeprüft worden. So hat **H u n t e m ü l l e r** auf Veranlassung **E m m e r i c h**s umfangreiche Untersuchungen angestellt und konnte durch mikroskopische Beobachtung die Aufnahme lebender Bakterien in das Innere der Flagellaten direkt verfolgen. Nach **H u n t e m ü l l e r** soll auch die Temperatur bei der Vernichtung der Bakterien von Bedeutung sein, nicht aber die Konkurrenz der Wasserbakterien.

**F e h r s** verglich die Abnahme eingesäter Typhusbakterien in Rohwasser und sterilisiertem Wasser. Für die Bakterien in flagellatenhaltigen Wasser zeigte sich eine bedeutend kürzere Lebensdauer als in dem protozoenfreien Wasser, gleichgültig, ob dies andere Lebewesen, speziell Wasserbakterien, enthielt oder nicht. Dadurch schrieb er den Protozoen eine wesentliche Rolle bei der Vernichtung pathogener Keime zu, doch sollten jene allein deren Untergang nicht veranlassen.

Auch **L a n g e r m a n n** vertrat den Standpunkt, daß die bakterienfressenden Protozoen die Hauptursache der Keimabnahme sind.

**S c h e p p e l e w s k y** setzte hohe Bakterienzahlen mit Verschmutzung gleich. Er behauptete sogar, die Vermehrung der Protozoen im Wasser erfordere nicht



die Gegenwart der Bakterien, es genühten die Produkte ihrer Autolyse. Die Autolysate wasserfremder Bakterien sollten eine viel größere Wirksamkeit besitzen als die Extrakte der wassereigenen Saprophyten und die Vermehrung der Protozoen stärker anregen. Nach S c h e p i l l e w s k y bringen die Stoffe aus den Bakterien auch Protozoenzysten zur Entwicklung.

J e r m i l l o f f führte die Befreiung des Wassers von Typhusbakterien einerseits auf die phagozytierende Tätigkeit der Flagellaten andererseits auf die degenerativen Vorgänge in den Typhuskeimen und ihre Sedimentation in Flocken zurück. Wasser, das Flagellaten enthält, sollte sich deshalb schnell aufhellen.

S p e g e l glaubte den Beweis der ausschlaggebenden Bedeutung der Protozoen für die Vernichtung von Bakterien im Wasser erbracht zu haben, weil er die schon 5 Jahre vorher von R a z e t t o beobachtete Tatsache, wonach sich Protozoen (Bodo ovatus) in einer Reinkultur nach Zusatz von pathogenen Keimen lebhaft entwickelten, bestätigen konnte.

In einer Arbeit über die Wirkungsweise von biologischen Abwasserreinigungskörpern kam M e s s e r s c h m i d t zu dem gleichen Ergebnis.

G e m ü n d suchte im Jahre 1916 die Wirksamkeit der Protozoen bei der Selbstreinigung des Wassers erneut nachzuweisen. Er stellte fest, daß bei allen Versuchen die Zahl der Wasserbakterien nach dem Verschwinden der zugesetzten Typhuskeime und dem darauf folgenden Rückgang der Protozoen zunahm. Er erklärte diesen Vorgang so, daß die Protozoen nach Vernichtung der Typhusbakterien infolge Nahrungsmangels zugrunde gehen oder sich einzystieren. Dadurch gelangen Nahrungstoffe in das Wasser, die dann die Vermehrung der Wasserbakterien ermöglichen. Niemals war aber die Vermehrung der Wasserbakterien von einer entsprechenden der Protozoen begleitet. Bei erneuter Einsaat von Typhuskeimen erfolgte dagegen wieder eine starke Vermehrung der Protozoen.

K y r i a s i d e s deutete die Wirkungsart der Protozoen in einer beschleunigten Vernichtung der pathogenen Keime, die vorher schon durch physikalisch-chemische Einflüsse geschädigt sein sollten, und einer Klärung des Wassers.

Zur Feststellung der anteilmäßigen Mitwirkung der Protozoen und der Bakterien bei der Selbstreinigung des Wassers wurden Versuche durchgeführt, bei denen jeweils einer der beiden Faktoren ausgeschlossen wurde, wobei häufiger mit bakterienhaltigem, aber protozoenfreiem Wasser gearbeitet wurde. Zunächst wurde die Protozoensterilität durch Zusatz von Giftstoffen herbeigeführt.

S t o c k v i s versuchte durch 1%ige Zyankalilösung die Flagellaten abzutöten und beobachtete nach dieser Behandlung ein Ansteigen der Bakterienzahl. Er kam zu dem Schluß, das Wasser sei nicht gereinigt, indem er wie S c h e p i l l e w s k y hohe Bakterienzahlen und Verschmutzung verwechselte und schrieb das Ausbleiben der Selbstreinigung des Wassers dem Absterben der Protozoen zu.

Etwas später erzielte M ü l l e r mit Saponin den gleichen Erfolg. Wie S t o c k v i s glaubte er daraus schließen zu können, daß den Protozoen die Hauptwirkung bei der Schmutzwasserreinigung zuzusprechen sei. Die Protozoen würden durch Fermente der Bakterien angelockt, die aus deren lebenden Zellen normalerweise in Spuren nach außen gelangen. F l u unterstrich die Behauptungen dieser Autoren.

Ebenso glaubte K i B k a l t, ein großer Teil der Reinigungswirkung von Sandfiltern beruhe auf der Bakterienabtötung durch Protozoen. Er hatte nämlich nach Zusatz von KCN zu Rohwasser eine Keimzahlerhöhung im Filtrat beobachtet.

Als geeigneter erwies sich eine Teilsterilisation durch Wärme, um die Protozoen einschließlich ihrer Zysten abzutöten; dies wurde bei 56 - 60°C erreicht, wobei die Sporen der Bakterien erhalten blieben.



Dieses Verfahren bedienten sich C r a m e r und L i e b m a n n . C r a m e r beobachtete dabei, daß das partiell sterilisierte Wasser trüb blieb und sich erst nach Beimpfen mit Protozoen klärte. Es folgte daraus, daß die Protozoen eine wesentliche Rolle bei diesem Vorgange spielen.

Zur Klärung der Bedeutung der Bakterien für die Selbstreinigung des Wassers stellte E m i c h schon 1885 Versuche mit Teichwasser und mit durch Kloo-kenflüssigkeit verunreinigtem Wasser an und kam zu dem Ergebnis, daß die Selbstreinigung der Flußwässer allein auf die Einwirkung von Mikroorganismen zurückzuführen ist.

Übereinstimmend damit erkannte U f f a l m a n n , daß ein bakterienhaltiges, aber algen- und infusorienfreies Wasser allmählich immer ärmer an organischer Substanz und reicher an Nitraten wird, was bei sterilisiertem Wasser nicht der Fall ist und hielt deshalb die Bakterien für den entscheidenden Faktor bei der Selbstreinigung des Wassers, er hielt sie für notwendig zur Zersetzung der organischen Substanz und zur Oxydation des  $\text{NH}_3$ .

P r a u s n i t z bestritt dagegen die Wichtigkeit der Bakterien beim Selbstreinigungsprozeß, weil sie sich überall, sobald sie in Wirksamkeit treten, sehr stark vermehren, während bei der Selbstreinigung der Flüsse nach dem Zeitpunkt der stärksten Verunreinigung allbald eine Keimabnahme zu bemerken ist.

S p i t t a dagegen stimmte der Auffassung E m i c h s und U f f a l m a n n s bei, daß die Selbstreinigung in erster Linie der Einwirkung der Bakterien zufällt. Das Plankton sei für den Abbau nicht von primärer Bedeutung, es beteiligt sich nur mittelbar durch Sauerstoffentwicklung bei Belichtung.

L i e b m a n n stützte 1936 experimentell die Beobachtungen von S p i t t a , indem er nachwies, daß die Protozoen zur Selbstreinigung nicht benötigt werden, sondern daß diese allein mit Hilfe der Bakterien bis zur völligen Mineralisierung möglich ist.

Beispiele für die Annahme einer Beschleunigung der Selbstreinigung des Wassers durch die Protozoen bieten die Arbeiten von V l e h l und J ü g e die eine Bestätigung der Ergebnisse von L i e b m a n n sind. „Danach wird die Oxydation der gelösten Stoffe in den Bakterien, hingegen der Abba der unlöslichen organischen Substanz, die Ausflockung der Kolloide und die Beseitigung der Bakterien unter aeroben Verhältnissen in wesentlichen durch die Protozoen und zwar durch die Ziliaten durchgeführt. Unter Luftabschluss ist jedoch der Gehalt an Ziliaten so gering, daß sie praktisch keinen Einfluß auf den Reinigungsvorgang haben. Für den normalen Verlauf der Selbstreinigung werden sehr viele Bakterienarten aber nur wenige Protozoen benötigt. Der Einfluß der Protozoen äußert sich am stärksten auf die Klarheit des Wassers. Ist in chemischer Hinsicht gering. Die andere Aufgabe, die den Protozoen bei der Reinigung des Wassers zukommt, ist die Beseitigung der Bakterien. Damit tragen sie natürlich auch indirekt zur Reinigung des Wassers bei.“



1991年12月27日 星期三

Diese *Alternaria*-Kulturen stammten alle aus der Sammlung des Phytopathologischen Instituts der Universität München und wurden auf Gartenerde (*Bac. myceloides*, bzw. *Agaricus* [Weot., *Trichia alutigena*]) isoliert. Alle Keime wurden auf schräggestrichene Petrischalen und alle 1 Woche auf frische Nährböden überimpft, damit immer wieder die gleichen Stämme für die Versuche herangezogen werden konnten.

Für diese Versuche in sterilisierten Bachwasser wurde Wasser aus dem Falsbach des englischen Gartens in München verwendet, da dieses als typisches Oberflächengewässer unter natürlichen Bedingungen sehr leicht von Bakterien verunreinigt werden kann. Das Bachwasser mit dem pH-Wert 6,5 - 7,0 wurde zu je 10 cc in Reagenzglaser gefüllt und an drei Tagen hintereinander je eine Stunde im stehenden Dampf sterilisiert.

zu erreichen. Damit unter möglichst gleichen Versuchsbedingungen gearbeitet werden konnte, wurde für alle Versuche die gleiche Platindrahtöse verwendet. Bei einer Beladung mit zwei Bakterienarten wurden diese gleichzeitig oder in einem Abstand von 24 Stunden in gleichen oder verschiedenen Mengen in das sterilisierte Saccharose-Gebräu gebracht und ferner Kontrollröhrchen angesetzt.

Röhren Nr. 1 : gleichzeitige Beimpfung mit : Bouillonkulturöse Keim A und  
Bouillonkulturöse Keim B. Aufbewahrung bei Zimmertempera-  
tur.

Nährchen Nr. 3: Beimpfung mit 1 Bacillenkulturreise Keim A und 24 Stunden später mit 1 Bacillenkulturreise Keim B. Aufbewahrung bei Zimmertemperatur.



türösen Keim A, Aufbewahrung bei

bei 37°C.

so Keim B und 24 Stunden

Keim A, Aufbewahrung bei

Zimmertemperatur.

Röhrchen Nr. 12 : wie Nr. 11, jedoch Aufbewahrung bei 37°C.

Röhrchen Nr. 13 : gleichzeitige Beimpfung mit 3 Bouillonkulturen Keim A, 12 Stunden bei 37°C, dann Keim B, 12 Stunden bei Zimmertemperatur.

Röhrchen Nr. 14 : wie Nr. 13, jedoch Aufbewahrung bei 37°C.

Röhrchen Nr. 15 : Beimpfung mit 3 Bouillonkulturen Keim B und 24 Stunden, später mit 3 Bouillonkulturen Keim A, Aufbewahrung bei Zimmertemperatur.

Röhrchen Nr. 16 : wie Nr. 15, jedoch Aufbewahrung bei 37°C.

Röhrchen Nr. 17 : Beimpfung mit 1 Bouillonkultur Keim A und 24 Stunden, später mit 3 Bouillonkulturen Keim B, Aufbewahrung bei Zimmertemperatur.

Röhrchen Nr. 18 : wie Nr. 17, jedoch Aufbewahrung bei 37°C.

In den meisten Versuchen wurde als eine Beimpfung wie in Nr. 9, 10, 11, 12, 13, 14, 17 und 18 verwendet und lediglich die Röhrchen Nr. 15 und 16 als Beimpfung mit 3 Keimen verwendet. In Nr. 15 und 16 wurden auch die Röhrchen Nr. 7, 8, 13 und 14 von Versuch zu Versuch. In Nr. 15 und 16 wurden die Versuche in einigen Fällen nach der gleichen Methode wiederholt, wobei nur die in der Mischkultur zuerst eingegangene Keimart mittels Ösen einer Agarkulturschmelze verimpft wurde.

Die Kulturen wurden in einem mit Kalkstoffs fest verschlossenen und bei Zimmertemperatur (etwa 18 - 20°C) bzw. bei 37°C im Brutschrank aufbewahrt. Der pH-Wert wurde täglich mit dem Indikatorpapier von Merck kontrolliert. Nach kräftigem Umschütteln der Kulturen, das einen engen Kontakt der Keime bewirken sollte, wurden außerdem täglich Anstriche auf Agar-, Gaßner- oder Blutagar-Nährböden vorgenommen. In der Petrischale gegossen waren.

Gaßner-Agar-Nährböden dienen zur Differenzierung der Bakterien der Paratyphus-Enteritidis-Gruppe und der Koliformen-Gruppe. Sie enthalten außer Agar Milchzucker und, als Indikatoren, Methylrot und Wasserfärbung. Die Bakterien, die aus Milchzucker Säure bilden, wie z.B. *Bacterium coli*, verfärben die Nährböden blau, dagegen bilden alle übrigen, darunter auch Paratyphus- und Enteritidis-Bakterien gelbliche Kolonien.

Die Gaßner-Agar-Nährböden wurden für Anstriche von *Bacterium coli*, *Bacterium aerogenes*, *Bacterium enteritidis* Gaßner und für alle Bakterien *Salmonella alcaligenes* verwendet. Alle Mikrokokken, *Sarcina lutea* und die Sporenbildner wurden auf Agarnährböden; die Streptokokken sowie *Bacterium pyocyaneum* und *Bacterium fluorescens* auf Blutagarnährböden angestrichen.

Die beimpften Nährböden wurden 24 Stunden bei 37°C bebrütet. Danach wurde das Wachstum der Keime makroskopisch und mikroskopisch anhand von Grampräparaten beurteilt.

Die Versuchsergebnisse wurden auszugeweiht in den Tabellen zusammengefasst und dabei nur die Tage angeführt, an denen sich das Wachstum oder der pH-Wert in einem der Röhrchen änderte.



In den tabellarisch festgelegten Ergebnissen bedeuten:

+++ sehr gutes Wachstum auf festen Nährböden. - Rasen

++ mittelstarkes Wachstum auf festen Nährböden = mehr als 20 Kolonien  
jedoch kein Rasen

+ geringes Wachstum auf festen Nährböden = 1 - 20 Kolonien

- kein Wachstum auf festen Nährböden.

Wo es technisch möglich war, wurden außerdem mehrere Versuche in einer Tabelle zusammengefaßt.

Um den möglichen Einfluß antagonistisch wirkender Stoffe zu studieren, wurden Mischkulturfiltrate von *Bacterium coli* und *Micrococcus albus haemolyticus* aus sterilisiertem Bachwasser nach dem Absterben der unterdrückten Keimart (*Micrococcus albus haemolyticus*) hergestellt und anschließend mit Testkeimen reinfiziert.

Zur Herstellung dieses Mischkulturfiltrates: *Bacterium coli* / *Micrococcus albus haemolyticus* wurden 20 Reagenzgläser, die je 10 cc sterilisiertes Bachwasser von pH 6,5 enthielten, gleichzeitig mit je einer Öse einer 24stündigen Kolibouillonkultur und einer *Micrococcus albus haemolyticus*-Bouillonkultur beimpft und bei Zimmertemperatur aufbewahrt.

Nach dem Absterben der Mikrokokken nach 24 Stunden wurden die Kulturen durch ein sterilisiertes Seitz-Filter-Entkeimungsgeschichte 6- geschickt. Der pH des so hergestellten Mischkulturfiltrates, dessen Sterilität durch Ausstriche auf festen Nährböden nachgewiesen wurde, betrug 6,8. Anschließend wurde das Filtrat in mehrere sterilisierte Reagenzgläser verteilt und mit einer Reihe von Testkeimen reinfiziert. Als Testkeime dienten Keime der abgestorbenen Bakterienart (*Micrococcus albus haemolyticus*), Keime aus der-selben Gattung (*Micrococcus aureus haemolyticus*), solche aus der gleichen Familie (*Sarcina lutea*) und die Antagonisten (*Bacterium coli*).

Jede Keimart wurde mittels einer Öse einer 24 Stunden alten Bouillonkultur oder durch eine Öse einer Agarkulturabschwemmung in das Mischkulturfiltrat eingebracht. Die beimpften Röhrchen wurden zur einen Hälfte bei Zimmertemperatur, zur anderen bei 37°C im Brutschrank belassen.

Während der Versuchszeit wurde täglich der pH - Wert kontrolliert und eine Aussaat der Keime auf Agarnährböden vorgenommen.

In einem weiteren Versuch wurde die gleiche Technik zur Herstellung eines Mischkulturfiltrates: *Bacterium coli* / *Micrococcus albus haemolyticus* angewendet, das Filtrat mit dem pH 6,8 dann 15 Minuten auf 100°C im Dampftopf erhitzt, anschließend in 3 sterilisierte Reagenzgläser verteilt und mit 24stündigen Bouillonkulturen bzw. ebenso alten Ösen einer Agarkulturabschwemmung von *Micrococcus albus haemolyticus* und *Micrococcus aureus haemolyticus* behandelt. Ein Teil der Kulturen wurde wieder bei Zimmertemperatur, der andere bei 37°C im Brutschrank aufgestellt.

Um das gegenseitige Verhalten zweier Keimarten in nährstoffarmem Medium (sterilisiertes Bachwasser) mit dem in nährstoffreichen vergleichen zu können, wurden in einigen Fällen Kontrollversuche in sterilisierter, gewöhnlicher Nährbouillon, deren pH - Wert auf 7,0 eingestellt war, angesetzt. Die Durchführungsmethode war die gleiche wie bei den Untersuchungen im sterilisierten Bachwasser.

Ferner wurde die Lebensfähigkeit von *Bacterium enteritidis* Gärtner in städtischem Abwasser und in Jauche festgestellt.

Die Entwicklung von Kolonien des *Bacterium enteritidis* Gärtner aus Jauche oder städtischem Abwasser wurde im Ausstrich auf Gärtnernährböden täglich durch Schnellagglutination mit Testserum nachgewiesen.

Zur Prüfung der Lebensdauer von *Bacterium enteritidis* Gärtner in städtischem Abwasser wurde Münchener Abwasser vom pH 7,0, das neben zahlreichen Protozoen vor allem *Bacterium coli*, weniger Streptokokken und Sporenbildner aufwies, zu je 10 cc in sterilisierte Reagenzgläser gefüllt. Zwei der Röhrchen



... mit der 1. 100-fachen Verdünnung der Saffronkultur von *Bacterium enteritidis* ... Use einer ebenso alten Agarkultur ... biologischer Kochsalzlösung. Ein Teil ... Temperatur, der andere bei 37°C ...

... Kokokken ...

... mit organischen ...

... des Oekonomiehofes ...

... Verwendung, dessen Inhalt in 2 sterilisierte ... in einer ... Kolben wurde bei Zimmertemperatur mit Zellstoff verschlossen, im Packeln aufbewahrt, der ... bei 37°C, ebenfalls fest abgedichtet, im Brutschrank. Ungeachtet wurde der ... Kolben nur mit einer hauchdünnen Zellstoffschicht beledet, gegen ... Verunreinigungen von außen geschützt, bei Zimmertemperatur im Lagerlicht aufbewahrt. Sofort nach der Entnahme der Proben wurde der pH-Wert gemessen und die Bildung von Schwefelwasserstoff mit Bleiazetatpapier geprüft. Das Filtrat des Abwassers wurde durch einfaches Filterpapier filtriert und das Filtrat nach der Methode von K u b e l - T i e m a n n zur Bestimmung der organischen Kohlenstoffmenge ... Verbrennung festgestellt, ... in mg/l angegeben wird.

Mit dem Rest der Jauche bzw. des städtischen Abwassers aus dem 3-l-Kolben wurde nach vorhergehender 10-facher Verdünnung der Inhalt der Reagenzglas ... Plattenmethode vorgenommen und ferner der Wachstumsfortschritt in Bechergläsern ermittelt. Innerhalb der Plattenmethode wird die Zahl der Keime in 1 cc bestimmt.

Da die Proben sehr zahlreich waren, wurden sie vor der Abzählung mit sterilisiertem Bachwasser, das zu je 9 cc in sterilisierte Reagenzgläser abgefüllt worden war, verdünnt. Die Verdünnungen von 1:10 bis 1:10 Millionen wurden in der Weise angelegt, daß zuerst von der zu untersuchenden Probe 1 cc entnommen und in ein Röhrchen mit 9 cc sterilisiertem Bachwasser gegeben wurde, nach mehrmaligem Umschütteln wurde von der so hergestellten 1/10 Verdünnung 1 cc abpipettiert und in ein weiteres Reagenzglas mit 9 cc sterilisiertem Bachwasser gegeben. In der gleichen Weise wurde bis zur Verdünnung 1:10 Millionen verfahren. Die zum Abmessen des Wassers dienenden Pipetten waren in Alkohollösungen verpackt, durch 2-stündiges Erhitzen auf 180°C sterilisiert und vor dem Gebrauch nochmals kurz durch die Bunsenflamme gezogen worden. Aus einer 1-cc-Pipette wurde dann 1 Tropfen = 0,01 ml aus jeder der Verdünnungen auf einen Agarzahlröhrchen und ein weiterer auf einen Galsornzahlröhrchen gebracht und mit dem ausgelegten Trögelski-Spatel verrührt. Nach 24-stündiger Bebrütung bei 37°C und weiterem 24-stündigen Belassen bei Zimmertemperatur wurden die Nährböden zur besseren Übersicht in 5 Sektoren eingeteilt und dann ausgezählt, aus jedem Kaim eine Kolonie. Dabei wurde die Zahl der Keime aus einem Tropfen = 0,05 ml mit 20 multipliziert, entsprechend 20 Tropfen, die in einer 1-cc-Pipette enthalten sind. Außerdem erfolgte eine Multiplikation mit der jeweiligen Verdünnung.



Die Art, der aus dem städtischen Abwasser und der Jauche isolierten Keime wurde durch Prüfung der physikalischen Eigenschaften anhand der bunten Reihe, der Färbung, Beweglichkeit und Morphologie bestimmt.

Zur Feststellung des Wachstumstitors in Bouillon wurde wieder ein Tropfen aus den Verdünnungen in sterilisierte gewöhnliche Nährbouillon gegeben, deren pH - Wert auf 7,0 eingestellt war, die Röhren 24 Stunden im Brutschrank bei 37°C aufbewahrt und danach Ausstriche angefertigt, die nach Gram gefärbt und unter dem Mikroskop angesehen wurden. Schließlich wurden Nativpräparate hergestellt, wobei ein Teil des Abwassers oder der Jauche zentrifugiert und der Bodensatz nach Entfernung der überstehenden Flüssigkeit mikroskopisch auf das Vorhandensein von Bakterien und Protozoen untersucht wurde.

Die Untersuchungsmethoden wurden an jedem der 3 Kolben an bestimmten Tagen wiederholt. Der Kaliumpermanganatverbrauch wurde dagegen nur noch ein Mal am Ende der Versuche bestimmt.

Für die Durchführung der Untersuchungen wurden alle Geräte, bevor sie zur Verwendung kamen, sterilisiert.

## IV. Untersuchungen und Untersuchungsergebnisse

### 1. 2. 3. 4.

#### Die Lebensdauer von Reinkulturen verschiedener Bakterien, Bazillen und Kokken in sterilisiertem Salzwasser.

Methoden: In die Lebensdauer verschiedener Bakterien in sterilisiertem Salzwasser zu untersuchen, wurden diese einzeln in das sterilisierte Salz-  
wasser eingebracht. Zur Untersuchung gelangten Reinkulturen von *Bacterium coli*, *Bacterium aerogenes*, *Bacterium enteritidis* Gartner, *Bacterium pyocyaneum*, *Bacterium fluorescens* und *Bacterium faecalis alcaligenes*.  
Die Ergebnisse dieser Versuche werden in der Tabelle 1 zusammengestellt.



| Temperatur          |     | Wachstum |     | Wachstum |     | Wachstum |     |
|---------------------|-----|----------|-----|----------|-----|----------|-----|
| Grad                |     | Grad     |     | Grad     |     | Grad     |     |
| 1.                  | +++ | 6,8      | +++ | 6,8      | +++ | 6,8      | +++ |
| 7.                  | +++ | 6,8      | +++ | 7,0      | +++ | 7,0      | +++ |
| 14.                 | +++ | 6,8      | +++ | 7,2      | +++ | 7,2      | +++ |
| 21.                 | +++ | 7,0      | +++ | 7,5      | +++ | 7,5      | +++ |
| 28.                 | +++ | 7,2      | +++ | 7,5      | +++ | 7,5      | +++ |
| 35.                 | +++ | 7,0      | +++ | 7,2      | +++ | 7,2      | +++ |
| 42.                 | +++ | 7,0      | +++ | 7,2      | +++ | 7,2      | +++ |
| 49.                 | +++ | 7,0      | +++ | 7,2      | +++ | 7,2      | +++ |
| 56.                 | +++ | 7,0      | +++ | 7,2      | +++ | 7,2      | +++ |
| 63.                 | +++ | 7,0      | +++ | 7,2      | +++ | 7,2      | +++ |
| Bacterium aerogenes |     |          |     |          |     |          |     |
| 1.                  | +++ | 6,8      | +++ | 6,8      | +++ | 6,8      | +++ |
| 7.                  | +++ | 6,8      | +++ | 7,0      | +++ | 7,0      | +++ |
| 14.                 | +++ | 6,8      | +++ | 7,2      | +++ | 7,2      | +++ |
| 21.                 | +++ | 7,0      | +++ | 7,5      | +++ | 7,5      | +++ |
| 28.                 | +++ | 7,2      | +++ | 7,5      | +++ | 7,5      | +++ |
| 35.                 | +++ | 7,0      | +++ | 7,2      | +++ | 7,2      | +++ |
| 42.                 | +++ | 7,0      | +++ | 7,2      | +++ | 7,2      | +++ |
| 49.                 | +++ | 7,0      | +++ | 7,2      | +++ | 7,2      | +++ |
| 56.                 | +++ | 7,0      | +++ | 7,2      | +++ | 7,2      | +++ |
| 63.                 | +++ | 7,0      | +++ | 7,2      | +++ | 7,2      | +++ |
| Bacterium aerogenes |     |          |     |          |     |          |     |
| 1.                  | +++ | 6,8      | +++ | 6,8      | +++ | 6,8      | +++ |
| 7.                  | +++ | 6,8      | +++ | 7,0      | +++ | 7,0      | +++ |
| 14.                 | +++ | 6,8      | +++ | 7,2      | +++ | 7,2      | +++ |
| 21.                 | +++ | 7,0      | +++ | 7,5      | +++ | 7,5      | +++ |
| 28.                 | +++ | 7,2      | +++ | 7,5      | +++ | 7,5      | +++ |
| 35.                 | +++ | 7,0      | +++ | 7,2      | +++ | 7,2      | +++ |
| 42.                 | +++ | 7,0      | +++ | 7,2      | +++ | 7,2      | +++ |
| 49.                 | +++ | 7,0      | +++ | 7,2      | +++ | 7,2      | +++ |
| 56.                 | +++ | 7,0      | +++ | 7,2      | +++ | 7,2      | +++ |
| 63.                 | +++ | 7,0      | +++ | 7,2      | +++ | 7,2      | +++ |
| Bacterium aerogenes |     |          |     |          |     |          |     |
| 1.                  | +++ | 6,8      | +++ | 6,8      | +++ | 6,8      | +++ |
| 7.                  | +++ | 6,8      | +++ | 7,0      | +++ | 7,0      | +++ |
| 14.                 | +++ | 6,8      | +++ | 7,2      | +++ | 7,2      | +++ |
| 21.                 | +++ | 7,0      | +++ | 7,5      | +++ | 7,5      | +++ |
| 28.                 | +++ | 7,2      | +++ | 7,5      | +++ | 7,5      | +++ |
| 35.                 | +++ | 7,0      | +++ | 7,2      | +++ | 7,2      | +++ |
| 42.                 | +++ | 7,0      | +++ | 7,2      | +++ | 7,2      | +++ |
| 49.                 | +++ | 7,0      | +++ | 7,2      | +++ | 7,2      | +++ |
| 56.                 | +++ | 7,0      | +++ | 7,2      | +++ | 7,2      | +++ |
| 63.                 | +++ | 7,0      | +++ | 7,2      | +++ | 7,2      | +++ |
| Bacterium aerogenes |     |          |     |          |     |          |     |
| 1.                  | +++ | 6,8      | +++ | 6,8      | +++ | 6,8      | +++ |
| 7.                  | +++ | 6,8      | +++ | 7,0      | +++ | 7,0      | +++ |
| 14.                 | +++ | 6,8      | +++ | 7,2      | +++ | 7,2      | +++ |
| 21.                 | +++ | 7,0      | +++ | 7,5      | +++ | 7,5      | +++ |
| 28.                 | +++ | 7,2      | +++ | 7,5      | +++ | 7,5      | +++ |
| 35.                 | +++ | 7,0      | +++ | 7,2      | +++ | 7,2      | +++ |
| 42.                 | +++ | 7,0      | +++ | 7,2      | +++ | 7,2      | +++ |
| 49.                 | +++ | 7,0      | +++ | 7,2      | +++ | 7,2      | +++ |
| 56.                 | +++ | 7,0      | +++ | 7,2      | +++ | 7,2      | +++ |
| 63.                 | +++ | 7,0      | +++ | 7,2      | +++ | 7,2      | +++ |
| Bacterium aerogenes |     |          |     |          |     |          |     |
| 1.                  | +++ | 6,8      | +++ | 6,8      | +++ | 6,8      | +++ |
| 7.                  | +++ | 6,8      | +++ | 7,0      | +++ | 7,0      | +++ |
| 14.                 | +++ | 6,8      | +++ | 7,2      | +++ | 7,2      | +++ |
| 21.                 | +++ | 7,0      | +++ | 7,5      | +++ | 7,5      | +++ |
| 28.                 | +++ | 7,2      | +++ | 7,5      | +++ | 7,5      | +++ |
| 35.                 | +++ | 7,0      | +++ | 7,2      | +++ | 7,2      | +++ |
| 42.                 | +++ | 7,0      | +++ | 7,2      | +++ | 7,2      | +++ |
| 49.                 | +++ | 7,0      | +++ | 7,2      | +++ | 7,2      | +++ |
| 56.                 | +++ | 7,0      | +++ | 7,2      | +++ | 7,2      | +++ |
| 63.                 | +++ | 7,0      | +++ | 7,2      | +++ | 7,2      | +++ |

Das Bacterium aerogenes wuchs bei allen Temperaturen, die zwischen 10°C und 56°C lagen. Die Vermehrung des Bacterium aerogenes wurde durch Erhitzen auf 37°C nicht beeinflusst. Die Vermehrung des Bacterium aerogenes wurde durch Erhitzen auf 37°C nicht beeinflusst. Die Vermehrung des Bacterium aerogenes wurde durch Erhitzen auf 37°C nicht beeinflusst.



Agarkulturabschwemmung) wirkte sich ebenfalls nicht auf das Wachstum der Bakterien aus. Bei der Feststellung des pH Wertes ergab sich, daß bei 37°C eher ein Anstieg in den schwach alkalischen Bereich zu verzeichnen war als bei 18 - 20°C. Die ermittelten pH - Werte überschritten 7.5 nicht. Nach anfänglicher Alkalisierung des sterilisierten Bachwassers trat in den meisten Fällen nach längerer Zeit ein Rückgang zum Neutralpunkt ein.

**Bazillen:** In gleicher Weise wurde die Lebensfähigkeit aerober Sporenbildner im sterilisierten Bachwasser untersucht. Zu diesem Zwecke wurden Reinkulturen von *Bacillus mesentericus*, *Bacillus mycoides* und *Bacillus subtilis* verwendet. Die Versuchsergebnisse sind in der Tabelle 2 zusammengestellt.

Tabelle 2: Die Lebensdauer verschiedener Bazillen in sterilisiertem Bachwasser (Wachstum nach Tagen auf festen Nährböden, Anfangs-pH 6,8).

| Beimpft mit<br>einer Öse<br>Röhrchen<br>Aufbewahrung<br>Tag | <i>Bacillus mesentericus</i> |     |          |     | Agarkulturabschwemmung |     |          |     |
|-------------------------------------------------------------|------------------------------|-----|----------|-----|------------------------|-----|----------|-----|
|                                                             | Bouillonkultur               |     |          |     |                        |     |          |     |
|                                                             | Nr. 1                        |     | Nr. 2    |     | Nr. 3                  |     | Nr. 4    |     |
|                                                             | 18 - 20°C                    |     | 37°C     |     | 18 - 20°C              |     | 37°C     |     |
|                                                             | Wachstum                     | pH  | Wachstum | pH  | Wachstum               | pH  | Wachstum | pH  |
| 1.                                                          | +++                          | 6,8 | +++      | 6,8 | +++                    | 6,8 | +++      | 6,8 |
| 7.                                                          | +++                          | 6,8 | +++      | 7,0 | +++                    | 6,8 | +++      | 7,0 |
| 14.                                                         | +++                          | 6,8 | +++      | 7,2 | +++                    | 6,8 | +++      | 7,2 |
| 21.                                                         | +++                          | 7,0 | +++      | 7,5 | +++                    | 7,0 | +++      | 7,5 |
| 28.                                                         | +++                          | 7,2 | +++      | 7,5 | +++                    | 7,2 | +++      | 7,5 |
| 35.                                                         | +++                          | 7,0 | +++      | 7,5 | +++                    | 7,0 | +++      | 7,5 |
| 42.                                                         | +++                          | 7,0 | +++      | 7,2 | +++                    | 7,0 | +++      | 7,2 |
| 49.                                                         | +++                          | 7,0 | +++      | 7,2 | +++                    | 7,0 | +++      | 7,2 |
| 56.                                                         | +++                          | 7,0 | +++      | 7,2 | +++                    | 7,0 | +++      | 7,2 |
| 63.                                                         | +++                          | 7,0 | +++      | 7,2 | +++                    | 7,0 | +++      | 7,2 |
| <i>Bacillus mycoides</i>                                    |                              |     |          |     |                        |     |          |     |
| 1.                                                          | ++                           | 6,8 | +++      | 6,8 | ++                     | 6,8 | +++      | 6,8 |
| 7.                                                          | ++                           | 7,0 | +++      | 7,2 | ++                     | 7,0 | +++      | 7,2 |
| 14.                                                         | ++                           | 7,2 | +++      | 7,5 | ++                     | 7,2 | +++      | 7,5 |
| 21.                                                         | ++                           | 7,0 | +++      | 7,5 | ++                     | 7,0 | +++      | 7,5 |
| 28.                                                         | ++                           | 7,0 | +++      | 7,2 | ++                     | 7,0 | +++      | 7,2 |
| 35.                                                         | ++                           | 7,0 | +++      | 7,2 | ++                     | 7,0 | +++      | 7,2 |
| 42.                                                         | ++                           | 7,0 | +++      | 7,2 | ++                     | 7,0 | +++      | 7,2 |
| 49.                                                         | ++                           | 7,0 | +++      | 7,2 | ++                     | 7,0 | +++      | 7,2 |
| 56.                                                         | ++                           | 7,0 | +++      | 7,2 | ++                     | 7,0 | +++      | 7,2 |
| 63.                                                         | ++                           | 7,0 | +++      | 7,2 | ++                     | 7,0 | +++      | 7,2 |
| <i>Bacillus subtilis</i>                                    |                              |     |          |     |                        |     |          |     |
| 1.                                                          | +++                          | 6,8 | +++      | 6,8 | +++                    | 6,8 | +++      | 6,8 |
| 7.                                                          | +++                          | 6,8 | +++      | 7,0 | +++                    | 6,8 | +++      | 7,0 |
| 14.                                                         | +++                          | 6,8 | +++      | 7,2 | +++                    | 6,8 | +++      | 7,2 |
| 21.                                                         | +++                          | 7,0 | +++      | 7,5 | +++                    | 7,0 | +++      | 7,5 |
| 28.                                                         | +++                          | 6,8 | +++      | 7,5 | +++                    | 6,8 | +++      | 7,5 |
| 35.                                                         | +++                          | 6,8 | +++      | 7,2 | +++                    | 6,8 | +++      | 7,2 |
| 42.                                                         | +++                          | 6,8 | +++      | 7,2 | +++                    | 6,8 | +++      | 7,2 |
| 49.                                                         | +++                          | 6,8 | +++      | 7,2 | +++                    | 6,8 | +++      | 7,2 |
| 56.                                                         | +++                          | 6,8 | +++      | 7,2 | +++                    | 6,8 | +++      | 7,2 |
| 63.                                                         | +++                          | 6,8 | +++      | 7,2 | +++                    | 6,8 | +++      | 7,2 |

Aus der Tabelle 2 ist zu entnehmen, daß die Vermehrungsfähigkeit der aeroben Sporenbildner mehr als 56 Tage anhält. Mit Ausnahme von *Bacillus mycoides* war das Wachstum der Bazillen hinsichtlich der Bebrütungstemperatur (18 - 20°C bis 37°C) und des verimpften Keimenge gleich. *Bacillus mycoides* wuchs bei 18 - 20°C nur mittelstark.

Die pH - Werte ließen eine vorübergehende schwache Alkalisierung (pH 7,2 bei 18 - 20°C und pH 7,5 bei 37°C) erkennen.

**Kokken:** Ferner wurde die Lebensfähigkeit von hämolytischen Mikrokokken, *Staphylococcus aureus*, *Streptococcus pyogenes*, *Streptococcus mastitidis*, *Streptococcus viridans* und *Streptococcus faecalis*, seven Reinkulturen, wie oben beschrieben, in sterilisiertes Bachwasser eingebracht und untersucht. Die Versuchsergebnisse sind in der Tabelle 3 zusammengestellt.



|                                  |     |     |     | Agar-Diffusionsversuche |     |            |     |     |
|----------------------------------|-----|-----|-----|-------------------------|-----|------------|-----|-----|
|                                  |     |     |     | Nr. 1                   |     | Nr. 2      |     |     |
|                                  |     |     |     | 15. 20. 40              |     | 15. 20. 40 |     |     |
|                                  |     |     |     | Hämolys.                |     | Hämolys.   |     |     |
|                                  |     |     |     | +++                     | 6,8 | +++        | 6,8 |     |
|                                  |     |     |     | +++                     | 6,8 | +++        | 6,8 |     |
|                                  |     |     |     | +++                     | 6,8 | ++         | 6,8 |     |
|                                  |     |     |     | +++                     | 6,8 | -          | 7,0 |     |
|                                  |     |     |     | ++                      | 6,8 | -          | 7,0 |     |
|                                  |     |     |     | +                       | 6,8 | -          | -   |     |
|                                  |     |     |     | -                       | 6,8 | -          | -   |     |
| Micrococcus aureus haemolyticus  |     |     |     |                         |     |            |     |     |
| 1.                               | +++ | 6,8 | +++ | 6,8                     | +++ | 6,8        | 6,8 |     |
| 2.                               | ++  | 6,8 | +   | 6,8                     | +++ | 6,8        | 6,8 |     |
| 3.                               | +   | 6,8 | -   | 6,8                     | +++ | 6,8        | 6,8 |     |
| 4.                               | -   | 6,8 | -   | 6,8                     | +++ | 6,8        | 6,8 |     |
| 5.                               | -   | -   | -   | 6,8                     | ++  | 6,8        | 6,8 |     |
| 6.                               | -   | -   | -   | 6,8                     | +   | 6,8        | 6,8 |     |
| 14.                              | -   | -   | -   | 6,8                     | -   | -          | 7,0 |     |
| 19.                              | -   | -   | -   | 7,0                     | -   | -          | -   |     |
| 21.                              | -   | -   | -   | 7,0                     | -   | -          | -   |     |
| Micrococcus citreus haemolyticus |     |     |     |                         |     |            |     |     |
| 1.                               | -   | 6,8 | -   | 6,8                     | -   | 6,8        | 6,8 |     |
| Sarcina lutea                    |     |     |     |                         |     |            |     |     |
| 1.                               | +++ | 6,8 | ++  | 6,8                     | +++ | 6,8        | ++  | 6,8 |
| 2.                               | ++  | 6,8 | +   | 6,8                     | +++ | 6,8        | ++  | 6,8 |
| 3.                               | -   | 6,8 | -   | 6,8                     | +++ | 6,8        | ++  | 6,8 |
| 4.                               | -   | -   | -   | 6,8                     | ++  | 6,8        | +   | 7,0 |
| 5.                               | -   | -   | -   | 7,0                     | +   | 7,0        | -   | 7,0 |
| 6.                               | -   | -   | -   | 7,0                     | -   | -          | -   | -   |
| Streptococcus pyogenes           |     |     |     |                         |     |            |     |     |
| 1.                               | +++ | 6,8 | +++ | 6,8                     | +++ | 6,8        | +++ | 6,8 |
| 3.                               | +++ | 6,8 | ++  | 6,8                     | +++ | 6,8        | ++  | 6,8 |
| 5.                               | +++ | 6,8 | +   | 6,8                     | +++ | 6,8        | +   | 6,8 |
| 6.                               | +++ | 6,8 | -   | 7,0                     | +++ | 6,8        | +   | 7,0 |
| 8.                               | ++  | 6,8 | -   | -                       | +++ | 6,8        | -   | 7,0 |
| 11.                              | ++  | 6,8 | -   | -                       | ++  | 6,8        | -   | -   |
| 13.                              | +   | 7,0 | -   | -                       | ++  | 6,8        | -   | -   |
| 14.                              | -   | 7,0 | -   | -                       | +   | 7,0        | -   | -   |
| 16.                              | -   | -   | -   | -                       | +   | 7,0        | -   | -   |
| 25.                              | -   | -   | -   | -                       | -   | 7,0        | -   | -   |
| Streptococcus mastitidis         |     |     |     |                         |     |            |     |     |
| 1.                               | -   | 6,8 | -   | 6,8                     | +++ | 6,8        | -   | 7,0 |
| 2.                               | -   | -   | -   | -                       | ++  | -          | -   | -   |
| 4.                               | -   | -   | -   | -                       | +   | -          | -   | -   |
| 5.                               | -   | -   | -   | -                       | -   | 6,8        | -   | -   |
| Streptococcus viridans           |     |     |     |                         |     |            |     |     |
| 1.                               | -   | 6,8 | -   | 6,8                     | +++ | 6,8        | -   | 6,8 |
| 2.                               | -   | -   | -   | -                       | ++  | -          | -   | -   |
| 3.                               | -   | -   | -   | -                       | +   | -          | -   | -   |
| 4.                               | -   | -   | -   | -                       | -   | 6,8        | -   | -   |







Der Versuchsaufbau eines Reinkultursversuchs sollte  
folgendermaßen sein: Das mit Ausnahme von *Bacterium aerogenes* und *Ba-*  
cillus mycoides, das Wachstum dieser Keime sowohl bei 18 - 20°C als auch bei  
37°C in gleichem Maße vorhanden war. Auch hinsichtlich der Lebensdauer  
konnte kein Unterschied bezüglich der Temperatur (18 - 20°C bzw. 37°C) wahr-  
genommen werden. *Bacterium aerogenes* vermehrte sich bei 18 - 20°C sehr gut  
im Gegensatz zu einem nur mittelstarken Wachstum bei 37°C. Bei *Bacillus my-*  
coides verhielt es sich umgekehrt.  
Daher wurde festgestellt, daß die verimpfte Menge keinen Einfluß auf die  
Vermehrung und die Lebensdauer dieser Keime hatte.

Die Versuche mit Makrokokken, *Sarcina lutea* und Streptokokken hatten dagege-  
ganz andere Ergebnisse: Sie gingen nach verhältnismäßig kurzem Aufenthalt i  
sterilisierten Bachwasser zugrunde.

Der hier geprüfte *Micrococcus citreus haemolyticus* - Stamm war gar nicht en-  
wicklungsfähig und *Micrococcus albus haemolyticus* weniger als *Micrococcus*  
*aureus haemolyticus*. Auch *Sarcina lutea* war nicht lange am Leben. Bei den  
Streptokokken verhielten sich *Streptococcus mastitidis* und *Streptococcus vi-*  
*ridans* ähnlich, da beide nur bei Zimmertemperatur, in größeren Mengen einge-  
impft, kurze Zeit lebten. *Streptococcus pyogenes* war 5 - 24 Tage lebensfähig  
und *Streptococcus faecalis* erreichte eine Lebensdauer von 32 - 41 Tagen.  
Diese Keime lebten im allgemeinen länger, wenn sie in größeren Mengen einge-  
impft wurden. Ebenso wurde eine längere Lebensdauer bei Aufbewahrung der Kul-  
turen bei 18 - 20°C verzeichnet.

In allen Versuchen verhielten sich die pH - Werte unabhängig von der Menge  
der eingeimpften Keime in den jeweils bei Zimmer- bzw. Brutschranktemperatur  
aufgestellten Röhrchen gleich. Sie wurden schwach alkalisch, wenn die Keime  
sich vermehrten, bei 37°C eher und etwas mehr als bei 18 - 20°C.

## 2. Die Lebensdauer von Mischkulturen verschiedener Bakterien, Bazillen und Kokken in sterilisiertem Bachwasser.

Nach der Bestimmung der Lebensdauer von Reinkulturen verschiedener Bakterie  
Bazillen und Kokken in sterilisiertem Bachwasser sollte festgestellt werden  
wie sich Mischkulturen dieser verschiedenen Mikroorganismen in sterilisier-  
tem Bachwasser verhalten würden.

In den hierzu durchgeführten Versuchen wurde das sterilisierte Bachwasser  
mit Reinkulturen von jeweils 2 Keimarten beimpft.

### Versuchsgruppe 1 : *Bacterium coli*.

Im ersten Versuchsabschnitt wurde *Bacterium coli* mit einer Reihe von Keimen  
zusammen in das sterilisierte Bachwasser gebracht, wie unter III. Seite 11  
und 12 beschrieben ist. Zunächst wurden

#### *Bacterium coli* und *Bacterium enteritidis* Gärtner

auf ihr Verhalten bei gemeinsamer Verimpfung in sterilisiertem Bachwasser  
geprüft. Die Versuchsergebnisse sind in der Tabelle 4 zusammengestellt.



Tabelle 4: Die Lebensdauer von *Bacterium coli* (col) und *Bacterium enteritidis* (Gärtner) in sterilisiertem Bachwasser. (Anfangs-pH: 6,8).

| 1 Öse Bact. coli +<br>gleichzeitig<br>1 Öse Bact. ent. Gärtner |     |               |     | 1 Öse Bact. coli +<br>24 Stunden später<br>1 Öse Bact. ent. Gärtner |     |               |     | 1 Öse Bact. coli +<br>24 Stunden später<br>1 Öse Bact. ent. Gärtner |     |               |     |
|----------------------------------------------------------------|-----|---------------|-----|---------------------------------------------------------------------|-----|---------------|-----|---------------------------------------------------------------------|-----|---------------|-----|
| Nr. 1<br>18 - 20°C                                             |     | Nr. 2<br>37°C |     | Nr. 3<br>18 - 20°C                                                  |     | Nr. 4<br>37°C |     | Nr. 5<br>18 - 20°C                                                  |     | Nr. 6<br>37°C |     |
| Tag                                                            | col | col           | pH  | col                                                                 | col | pH            | col | col                                                                 | col | col           | pH  |
| 1.                                                             | +++ | +++           | 6,8 | +++                                                                 | +++ | 6,8           | +++ | +++                                                                 | +++ | +++           | 6,8 |
| 7.                                                             | +++ | +++           | 7,0 | +++                                                                 | +++ | 7,0           | +++ | +++                                                                 | +++ | +++           | 7,0 |
| 14.                                                            | +++ | +++           | 7,2 | +++                                                                 | +++ | 7,2           | +++ | +++                                                                 | +++ | +++           | 7,2 |
| 59.                                                            | +++ | +++           | 7,2 | +++                                                                 | +++ | 7,2           | +++ | +++                                                                 | +++ | +++           | 7,2 |

Kontrollen : *Bacterium coli*

18 - 20°C 60. Tag : +++  
37°C

*Bacterium enteritidis*  
Gärtner

18 - 20°C 60. Tag : +++  
37°C

Wie aus der Tabelle 4 hervorgeht, war das *Bacterium coli* aus den Mischkulturen noch nach 60 Tagen bei Zimmer- und Brutschranktemperatur nachzuweisen. *Bacterium enteritidis* Gärtner konnte dagegen schon nach 24 Stunden nicht mehr nachgewiesen werden. Der Zeitpunkt der Einnahme und die Aufzuchtungsbedingungen hatten dabei keinen Einfluss auf das Versuchsergebnis. Selbst wenn *Bacterium enteritidis* Gärtner 24 Stunden vor *Bacterium coli* in das sterilisierte Bachwasser gebracht wurde, war es nach 24stündiger Mischkultur mit *Bacterium coli* nicht mehr isolierbar.

Da in den Kontrollen (vergl. auch Tabelle 1) beide Bakterienarten länger als 60 Tage bei 18 - 20°C und bei 37°C lebten, wird angenommen, daß das *Bacterium coli* die Vermehrung von *Bacterium enteritidis* Gärtner hemmt.

#### *Bacterium coli* und *Bacterium pyocyaneum*

sowie

#### *Bacterium coli* und *Bacterium fluorescens*.

Diese Mischkulturversuche wurden, da es sich bei *Bacterium pyocyaneum* und *Bacterium fluorescens* um verwandte Keime handelt, zum besseren Vergleich in der folgenden Tabelle zusammengefaßt.

Tabelle 5: Die Lebensdauer von *Bacterium coli* (col) und *Bacterium pyocyaneum* (pyo) und von *Bacterium coli* (col) und *Bacterium fluorescens* (flu) in sterilisiertem Bachwasser. (Anfangs-pH: 6,8).

| 1 Öse Bact. coli +<br>gleichzeitig<br>1 Öse Bact. pyocyaneum |     |               |     | 1 Öse Bact. coli +<br>24 Stunden später<br>1 Öse Bact. pyocyaneum |     |               |     | 1 Öse Bact. pyocyaneum +<br>24 Stunden später<br>1 Öse Bact. coli |     |               |     |
|--------------------------------------------------------------|-----|---------------|-----|-------------------------------------------------------------------|-----|---------------|-----|-------------------------------------------------------------------|-----|---------------|-----|
| Nr. 1<br>18 - 20°C                                           |     | Nr. 2<br>37°C |     | Nr. 3<br>18 - 20°C                                                |     | Nr. 4<br>37°C |     | Nr. 5<br>18 - 20°C                                                |     | Nr. 6<br>37°C |     |
| Tag                                                          | col | pyo           | pH  | col                                                               | pyo | pH            | col | pyo                                                               | pH  | col           | pyo |
| 1.                                                           | +++ | +++           | 6,8 | +++                                                               | +++ | 6,8           | +++ | +++                                                               | 6,8 | +++           | +++ |
| 7.                                                           | +++ | +++           | 6,5 | +++                                                               | +++ | 7,0           | +++ | +++                                                               | 6,5 | +++           | +++ |
| 11.                                                          | +++ | +++           |     | +++                                                               | +++ |               | +++ | +++                                                               |     | +++           | +++ |
| 15.                                                          | +++ | +++           |     | +++                                                               | +++ |               | +++ | +++                                                               |     | +++           | +++ |
| 18.                                                          | +++ | +++           |     | +++                                                               | +++ |               | +++ | +++                                                               |     | +++           | +++ |
| 21.                                                          | +++ | +++           | 6,5 | +++                                                               | +++ | 7,2           | +++ | +++                                                               | 6,5 | +++           | +++ |
| 23.                                                          | +++ | +++           |     | +++                                                               | +++ |               | +++ | +++                                                               |     | +++           | +++ |
| 26.                                                          | +++ | +++           |     | +++                                                               | +++ |               | +++ | +++                                                               |     | +++           | +++ |
| 28.                                                          | +++ | +++           | 6,5 | +++                                                               | +++ | 7,5           | +++ | +++                                                               | 6,5 | +++           | +++ |
| 42.                                                          | +++ | +++           | 6,8 | +++                                                               | +++ | 7,5           | +++ | +++                                                               | 6,8 | +++           | +++ |
| 49.                                                          | +++ | +++           | 7,0 | +++                                                               | +++ | 7,5           | +++ | +++                                                               | 7,0 | +++           | +++ |
| 56.                                                          | +++ | +++           | 7,0 | +++                                                               | +++ | 7,5           | +++ | +++                                                               | 7,0 | +++           | +++ |







In den folgenden Versuchen wurde die Lebensfähigkeit von *Bacterium faecalis* in sterilisiertem Nachwässer geprüft. Die Ergebnisse sind in der Tabelle 6 zusammengefaßt.

Tabelle 6 : Die Lebensdauer von *Bacterium coli* (col) und *Bacterium faecalis* (alc) in sterilisiertem Nachwässer.

| 1 Öse Bact. coli +<br>gleichzeitig<br>1 Öse Bact. faecalis alc. |             | 1 Öse Bact. coli +<br>24 Stunden später<br>1 Öse Bact. faecalis alc. |             |             |             |
|-----------------------------------------------------------------|-------------|----------------------------------------------------------------------|-------------|-------------|-------------|
| Nr. 1                                                           | Nr. 2       | Nr. 3                                                                | Nr. 4       | Nr. 5       | Nr. 6       |
| 18 - 20°C                                                       | 37°C        | 18 - 20°C                                                            | 37°C        | 18 - 20°C   | 37°C        |
| Tag                                                             | col mes pH  | col mes pH                                                           | col mes pH  | col mes pH  | col mes pH  |
| 1.                                                              | +++ ++ 6,8  | +++ ++ 6,8                                                           | +++ ++ 6,8  | +++ ++ 6,8  | +++ ++ 6,8  |
| 3.                                                              | +++ ++ 6,8  | +++ ++ 6,8                                                           | +++ ++ 6,5  | +++ ++ 6,8  | +++ ++ 6,8  |
| 7.                                                              | +++ +++ 6,8 | +++ +++ 7,0                                                          | +++ +++ 6,8 | +++ +++ 7,0 | +++ +++ 6,8 |
| 14.                                                             | +++ +++ 7,0 | +++ +++ 7,0                                                          | +++ +++ 7,0 | +++ +++ 7,0 | +++ +++ 7,0 |
| 21.                                                             | +++ +++ 7,0 | +++ +++ 7,2                                                          | +++ +++ 7,0 | +++ +++ 7,2 | +++ +++ 7,0 |
| 28.                                                             | +++ +++ 7,2 | +++ +++ 7,5                                                          | +++ +++ 7,2 | +++ +++ 7,5 | +++ +++ 7,2 |
| 35.                                                             | +++ +++ 7,2 | +++ +++ 7,5                                                          | +++ +++ 7,2 | +++ +++ 7,5 | +++ +++ 7,2 |

Kontrollen : *Bacterium coli* 18 - 20°C 73. Tag : +++  
37°C  
*Bacterium faecalis* 18 - 20°C 73. Tag : +++  
alcaligenes 37°C

Wie aus der Tabelle 6 zu ersehen ist, ließen sich *Bacterium coli* und *Bacterium faecalis* gleichzeitig in der Mischkulturen nach einer Unterbrechung von 7 Tagen bei Fieber- und Brutschranktemperatur noch reichlich finden. *Bacterium faecalis* alkaligenes konnte sich während der ersten beiden Tage nicht nennenswert vermehren. Später vermehrten sich beide Bakterienarten gleich stark.

Die pH - Werte stiegen nach schwacher Säuerung (pH 6,5 am 2. Tag) in den schwach alkalischen Bereich (pH 7,2 bei 18 - 20°C und pH 7,5 bei 37°C) nach 35 Tagen an.

#### Bacterium coli und aerobe Sporenbildner.

In weiteren Untersuchungen wurde die Lebensdauer von *Bacterium coli* zusammen mit verschiedenen aeroben Sporenbildnern in sterilisiertem Nachwässer geprüft. In der Tabelle 7 sind die Ergebnisse dieser Versuche zusammengefaßt.

Tabelle 7 : Die Lebensdauer von *Bacterium coli* und aeroben Sporenbildnern in sterilisiertem Nachwässer. (Anfangs-pH: 6,8)

| 1 Öse Bact. coli +<br>gleichzeitig<br>1 Öse Bac. mesentericus |            | 1 Öse Bact. coli +<br>24 Stunden später<br>1 Öse Bac. mesentericus |            | 1 Öse Bac. mesentericus<br>24 Stunden später<br>1 Öse Bact. coli |            |
|---------------------------------------------------------------|------------|--------------------------------------------------------------------|------------|------------------------------------------------------------------|------------|
| Nr. 1                                                         | Nr. 2      | Nr. 3                                                              | Nr. 4      | Nr. 5                                                            | Nr. 6      |
| 18 - 20°C                                                     | 37°C       | 18 - 20°C                                                          | 37°C       | 18 - 20°C                                                        | 37°C       |
| Tag                                                           | col mes pH | col mes pH                                                         | col mes pH | col mes pH                                                       | col mes pH |
| 1.                                                            | +++ ++ 6,8 | +++ ++ 6,8                                                         | +++ ++ 6,8 | +++ ++ 6,8                                                       | +++ ++ 6,8 |
| 7.                                                            | +++ ++ 6,8 | +++ ++ 7,0                                                         | +++ ++ 6,8 | +++ ++ 7,0                                                       | +++ ++ 6,8 |
| 14.                                                           | +++ ++ 7,0 | +++ ++ 7,2                                                         | +++ ++ 7,0 | +++ ++ 7,2                                                       | +++ ++ 7,0 |
| 21.                                                           | +++ ++ 7,2 | +++ ++ 7,5                                                         | +++ ++ 7,2 | +++ ++ 7,5                                                       | +++ ++ 7,2 |
| 35.                                                           | +++ ++ 7,0 | +++ ++ 7,3                                                         | +++ ++ 7,0 | +++ ++ 7,5                                                       | +++ ++ 7,0 |
| 42.                                                           | +++ ++ 6,8 | +++ ++ 7,5                                                         | +++ ++ 6,3 | +++ ++ 7,5                                                       | +++ ++ 6,8 |
| 56.                                                           | +++ ++ 6,8 | +++ ++ 7,2                                                         | +++ ++ 6,8 | +++ ++ 7,2                                                       | +++ ++ 6,8 |



| Bacterium coli (col) und Bacillus mycoides (myc)          |            |               |            |                                                                |            |               |            |                                                                |             |               |             |
|-----------------------------------------------------------|------------|---------------|------------|----------------------------------------------------------------|------------|---------------|------------|----------------------------------------------------------------|-------------|---------------|-------------|
| 1 Öse Bact. coli +<br>gleichzeitig<br>1 Öse Bac. mycoides |            |               |            | 1 Öse Bact. coli +<br>24 Stunden später<br>1 Öse Bac. mycoides |            |               |            | 1 Öse Bac. mycoides +<br>24 Stunden später<br>1 Öse Bact. coli |             |               |             |
| Nr. 1<br>18 - 20°C                                        |            | Nr. 2<br>37°C |            | Nr. 3<br>18 - 20°C                                             |            | Nr. 4<br>37°C |            | Nr. 5<br>18 - 20°C                                             |             | Nr. 6<br>37°C |             |
| Tag                                                       | col myc pH | col myc pH    | col myc pH | col myc pH                                                     | col myc pH | col myc pH    | col myc pH | col myc pH                                                     | col myc pH  | col myc pH    | col myc pH  |
| 1                                                         | +++ ++ 6,8 | +++ +++ 6,8   | +++ ++ 6,8 | +++ +++ 6,8                                                    | +++ ++ 6,8 | +++ +++ 6,8   | +++ ++ 6,8 | +++ ++ 6,8                                                     | +++ +++ 6,8 | +++ +++ 6,8   | +++ +++ 6,8 |
| 7                                                         | +++ ++ 7,0 | +++ +++ 7,2   | +++ ++ 7,0 | +++ +++ 7,2                                                    | +++ ++ 7,0 | +++ +++ 7,2   | +++ ++ 7,0 | +++ ++ 7,0                                                     | +++ +++ 7,2 | +++ +++ 7,2   | +++ +++ 7,2 |
| 20                                                        | +++ ++ 7,2 | +++ +++ 7,5   | +++ ++ 7,2 | +++ +++ 7,5                                                    | +++ ++ 7,2 | +++ +++ 7,5   | +++ ++ 7,2 | +++ ++ 7,2                                                     | +++ +++ 7,5 | +++ +++ 7,5   | +++ +++ 7,5 |
| 49                                                        | +++ ++ 7,0 | +++ +++ 7,5   | +++ ++ 7,0 | +++ +++ 7,5                                                    | +++ ++ 7,0 | +++ +++ 7,5   | +++ ++ 7,0 | +++ ++ 7,0                                                     | +++ +++ 7,5 | +++ +++ 7,5   | +++ +++ 7,5 |
| 56                                                        | +++ ++ 6,8 | +++ +++ 7,5   | +++ ++ 6,8 | +++ +++ 7,5                                                    | +++ ++ 6,8 | +++ +++ 7,5   | +++ ++ 6,8 | +++ ++ 6,8                                                     | +++ +++ 7,5 | +++ +++ 7,5   | +++ +++ 7,5 |

| Bacterium coli (col) und Bacillus subtilis (sub)          |            |               |            |                                                                  |            |               |            |                                                                |             |               |             |
|-----------------------------------------------------------|------------|---------------|------------|------------------------------------------------------------------|------------|---------------|------------|----------------------------------------------------------------|-------------|---------------|-------------|
| 1 Öse Bact. coli +<br>gleichzeitig<br>1 Öse Bac. subtilis |            |               |            | 1 Öse Bact. coli und<br>24 Stunden später<br>1 Öse Bac. subtilis |            |               |            | 1 Öse Bac. subtilis +<br>24 Stunden später<br>1 Öse Bact. coli |             |               |             |
| Nr. 1<br>18 - 20°C                                        |            | Nr. 2<br>37°C |            | Nr. 3<br>18 - 20°C                                               |            | Nr. 4<br>37°C |            | Nr. 5<br>18 - 20°C                                             |             | Nr. 6<br>37°C |             |
| Tag                                                       | col sub pH | col sub pH    | col sub pH | col sub pH                                                       | col sub pH | col sub pH    | col sub pH | col sub pH                                                     | col sub pH  | col sub pH    | col sub pH  |
| 1                                                         | +++ ++ 6,8 | +++ +++ 6,8   | +++ ++ 6,8 | +++ +++ 6,8                                                      | +++ ++ 6,8 | +++ +++ 6,8   | +++ ++ 6,8 | +++ ++ 6,8                                                     | +++ +++ 6,8 | +++ +++ 6,8   | +++ +++ 6,8 |
| 7                                                         | +++ ++ 7,0 | +++ +++ 7,2   | +++ ++ 7,0 | +++ +++ 7,2                                                      | +++ ++ 7,0 | +++ +++ 7,2   | +++ ++ 7,0 | +++ ++ 7,0                                                     | +++ +++ 7,2 | +++ +++ 7,2   | +++ +++ 7,2 |
| 14                                                        | +++ ++ 7,2 | +++ +++ 7,5   | +++ ++ 7,2 | +++ +++ 7,5                                                      | +++ ++ 7,2 | +++ +++ 7,5   | +++ ++ 7,2 | +++ ++ 7,2                                                     | +++ +++ 7,5 | +++ +++ 7,5   | +++ +++ 7,5 |
| 35                                                        | +++ ++ 7,0 | +++ +++ 7,5   | +++ ++ 7,0 | +++ +++ 7,5                                                      | +++ ++ 7,0 | +++ +++ 7,5   | +++ ++ 7,0 | +++ ++ 7,0                                                     | +++ +++ 7,5 | +++ +++ 7,5   | +++ +++ 7,5 |
| 56                                                        | +++ ++ 7,0 | +++ +++ 7,2   | +++ ++ 7,0 | +++ +++ 7,2                                                      | +++ ++ 7,0 | +++ +++ 7,2   | +++ ++ 7,0 | +++ ++ 7,0                                                     | +++ +++ 7,2 | +++ +++ 7,2   | +++ +++ 7,2 |

Kontrollen: Bacterium coli 18 - 20°C 56. Tag: +++  
37°C  
Bacillus mesentericus 18 - 20°C 56. Tag: +++  
37°C  
Bacillus mycoides 18 - 20°C 56. Tag: ++  
37°C  
Bacillus subtilis 18 - 20°C 56. Tag: +++  
37°C

Bacterium coli lebte, wie die Tabelle 7 zeigt, zusammen mit den aeroben Sporenbildnern Bacillus mesentericus, Bacillus mycoides und Bacillus subtilis in sterilisiertem Bachwasser noch nach 56 Tagen. Bacterium coli wuchs in allen Mischkulturen sehr stark. Unter den aeroben Sporenbildnern war das Wachstum von Bacillus mycoides im Vergleich zu dem der Kontrollen unverändert, während Bacillus subtilis bei Temperaturen von 18 - 20°C und Bacillus mesentericus bei 18 - 20°C und 37°C nur mittelstark wuchsen (vergl. auch Tabelle 2). Die pH - werte änderten sich verglichen mit denen in den Kontrollen nur wenig.

Gegenstand weiterer Untersuchungen war die Lebensfähigkeit von Bacterium coli zusammen mit hämolytischen Mikrokokken in sterilisiertem Bachwasser. Zu diesen Versuchen wurden jeweils 18 Mischkulturen beider Keimarten angelegt, wie oben (III Seite 11 und 12) beschrieben ist.

#### Bacterium coli und Micrococcus albus haemolyticus.

Diese Mischkulturversuche ergaben, daß Bacterium coli noch nach 35 Tagen sowohl bei 18 - 20°C (pH 7,2) als auch bei 37°C (pH 7,5) sehr kräftig wuchs, während Micrococcus albus haemolyticus schon nach 24stündiger Mischkultur mit Bacterium coli nicht mehr vermehrungsfähig war. Das Ergebnis zeigte sich unabhängig von der Aufbewahrungstemperatur der Kulturen, der verimpften Keimmenge und der Zeit der Einimpfung der Keime in das sterilisierte Bachwasser.

In den gleichzeitig angesetzten Kontrollen lebte Micrococcus albus haemolyticus bei Zimmertemperatur 2 Tage und bei 37°C einen Tag (vergl. Tabelle 1). Seine Lebensfähigkeit verkürzte sich also in der Mischkultur mit Bacterium coli.



Fortsetzung Seite 26







2. Tage verschwunden waren. Die pH - Werte (Anfangs-pH 6,5) hatten sich bis dahin nicht geändert.

In den Kontrollen erreichte *Micrococcus aureus haemolyticus* bei 18 - 20°C eine Lebensdauer von 3 Tagen, bei 37°C eine solche von 2 Tagen (vergl. auch Tabelle 3). Seine Vermehrungsfähigkeit wurde also in der Mischkultur mit *Bacterium coli* um 24 Stunden herabgesetzt.

Vie im vorhergehenden Versuch wurden die Mischkulturversuche mit kleinen Mengen (Ösen einer Bouillonkultur) von *Bacterium coli* und großen Mengen (Ösen einer Agarkulturabschwemmung) von *Micrococcus aureus haemolyticus* wiederholt. Die Ergebnisse sind in der Tabelle 9 zusammengefaßt.

Tabelle 9: Die Lebensdauer von *Bacterium coli* (col) und *Micrococcus aureus haemolyticus* (aur) in sterilisiertem Bachwasser. (Anfangs-pH: 6,5).

| Öse Bact.coli +<br>gleichzeitig<br>Öse Micr.aureus haem.   |     |     |               |     |     | Öse Bact.coli +<br>24 Stunden später<br>Öse Micr.aureus haem.    |     |     |                |     |     | Öse Micr.aureus haem.<br>24 Stunden später<br>Öse Bact.coli     |     |     |                |     |     |     |
|------------------------------------------------------------|-----|-----|---------------|-----|-----|------------------------------------------------------------------|-----|-----|----------------|-----|-----|-----------------------------------------------------------------|-----|-----|----------------|-----|-----|-----|
| Nr. 1<br>18 - 20°C                                         |     |     | Nr. 2<br>37°C |     |     | Nr. 3<br>18 - 20°C                                               |     |     | Nr. 4<br>37°C  |     |     | Nr. 5<br>18 - 20°C                                              |     |     | Nr. 6<br>37°C  |     |     |     |
| Tag                                                        | col | aur | pH            | col | aur | pH                                                               | col | aur | pH             | col | aur | pH                                                              | col | aur | pH             | col | aur | pH  |
| 1                                                          | +++ | ++  | 6,5           | +++ | +   | 6,5                                                              | +++ | +   | 6,5            | +++ | +   | 6,5                                                             | +++ | ++  | 6,5            | +++ | ++  | 6,5 |
| 2                                                          | +++ | +   |               | +++ | +   |                                                                  | +++ | +   |                | +++ | +   |                                                                 | +++ | ++  |                | +++ | ++  |     |
| 3                                                          | +++ | +   |               | +++ | +   |                                                                  | +++ | +   |                | +++ | +   |                                                                 | +++ | ++  |                | +++ | ++  |     |
| 4                                                          | +++ | +   |               | +++ | -   | 6,8                                                              | +++ | +   |                | +++ | +   |                                                                 | +++ | ++  |                | +++ | +   |     |
| 7                                                          | +++ | +   | 6,8           | +++ | -   | 7,0                                                              | +++ | +   | 6,8            | +++ | -   | 7,0                                                             | +++ | ++  | 6,8            | +++ | -   | 7,0 |
| 9                                                          | +++ | +   |               | +++ | -   |                                                                  | +++ | +   |                | +++ | -   |                                                                 | +++ | +   |                | +++ | -   |     |
| 10                                                         | +++ | +   |               | +++ | -   |                                                                  | +++ | -   | 7,0            | +++ | -   | 7,0                                                             | +++ | +   |                | +++ | -   |     |
| 11                                                         | +++ | -   | 7,0           | +++ | -   |                                                                  | +++ | -   |                | +++ | -   |                                                                 | +++ | +   |                | +++ | -   |     |
| 12                                                         | +++ | -   |               | +++ | -   |                                                                  | +++ | -   |                | +++ | -   |                                                                 | +++ | -   | 7,0            | +++ | -   |     |
| 14                                                         | +++ | -   |               | +++ | -   | 7,2                                                              | +++ | -   |                | +++ | -   | 7,2                                                             | +++ | -   |                | +++ | -   | 7,2 |
| 21                                                         | +++ | -   | 7,2           | +++ | -   | 7,5                                                              | +++ | -   | 7,2            | +++ | -   | 7,5                                                             | +++ | -   | 7,2            | +++ | -   | 7,5 |
| 35                                                         | +++ | -   | 7,2           | +++ | -   | 7,5                                                              | +++ | -   | 7,2            | +++ | -   | 7,5                                                             | +++ | -   | 7,2            | +++ | -   | 7,5 |
| Öse Micr.aureus haem.+<br>gleichzeitig<br>3 Ösen Bact.coli |     |     |               |     |     | 3 Ösen Bact.coli +<br>24 Stunden später<br>Öse Micr.aureus haem. |     |     |                |     |     | Öse Micr.aureus haem.+<br>24 Stunden später<br>3 Ösen Bact.coli |     |     |                |     |     |     |
| Nr. 7<br>18 - 20°C                                         |     |     | Nr. 8<br>37°C |     |     | Nr. 9<br>18 - 20°C                                               |     |     | Nr. 10<br>37°C |     |     | Nr. 11<br>18 - 20°C                                             |     |     | Nr. 12<br>37°C |     |     |     |
| Tag                                                        | col | aur | pH            | col | aur | pH                                                               | col | aur | pH             | col | aur | pH                                                              | col | aur | pH             | col | aur | pH  |
| 1                                                          | +++ | +   | 6,5           | +++ | +   | 6,5                                                              | +++ | +   | 6,5            | +++ | +   | 6,5                                                             | +++ | ++  | 6,5            | +++ | ++  | 6,5 |
| 2                                                          | +++ | +   |               | +++ | +   |                                                                  | +++ | +   |                | +++ | +   |                                                                 | +++ | ++  |                | +++ | ++  |     |
| 3                                                          | +++ | +   |               | +++ | +   |                                                                  | +++ | +   |                | +++ | +   |                                                                 | +++ | ++  |                | +++ | +   |     |
| 4                                                          | +++ | +   |               | +++ | -   | 6,8                                                              | +++ | +   |                | +++ | -   |                                                                 | +++ | ++  |                | +++ | -   | 6,8 |
| 6                                                          | +++ | +   |               | +++ | -   |                                                                  | +++ | +   |                | +++ | -   |                                                                 | +++ | +   |                | +++ | -   |     |
| 7                                                          | +++ | +   | 6,8           | +++ | -   | 7,0                                                              | +++ | +   | 6,8            | +++ | -   | 7,0                                                             | +++ | +   | 6,8            | +++ | -   | 7,0 |
| 10                                                         | +++ | +   |               | +++ | -   |                                                                  | +++ | -   | 7,0            | +++ | -   |                                                                 | +++ | +   |                | +++ | -   |     |
| 11                                                         | +++ | -   | 7,0           | +++ | -   |                                                                  | +++ | -   |                | +++ | -   |                                                                 | +++ | -   | 7,0            | +++ | -   |     |
| 14                                                         | +++ | -   |               | +++ | -   | 7,2                                                              | +++ | -   |                | +++ | -   | 7,2                                                             | +++ | -   |                | +++ | -   | 7,2 |
| 21                                                         | +++ | -   | 7,2           | +++ | -   | 7,5                                                              | +++ | -   | 7,2            | +++ | -   | 7,5                                                             | +++ | -   | 7,2            | +++ | -   | 7,5 |
| 35                                                         | +++ | -   | 7,2           | +++ | -   | 7,5                                                              | +++ | -   | 7,2            | +++ | -   | 7,5                                                             | +++ | -   | 7,2            | +++ | -   | 7,5 |



|     |     |    |     | 1 Ose bact. 24 Stunden späte |     |         |     | 2 Osen Micro. aureus 24 Stunden |     |         |     |
|-----|-----|----|-----|------------------------------|-----|---------|-----|---------------------------------|-----|---------|-----|
|     |     |    |     | 18 - 20°C                    |     |         |     | 37°C                            |     |         |     |
|     |     |    |     | col aur                      | pH  | col aur | pH  | col aur                         | pH  | col aur | pH  |
| 3.  | +++ | ++ | +++ | +++                          | 6,5 | +++     | 6,5 | +++                             | 6,5 | +++     | 6,5 |
| 4.  | +++ | ++ | +++ | +++                          | 6,8 | +++     | 6,8 | +++                             | 6,8 | +++     | 6,8 |
| 7.  | +++ | ++ | +++ | +++                          | 7,0 | +++     | 7,0 | +++                             | 7,0 | +++     | 7,0 |
| 8.  | +++ | +  | +++ | +++                          | -   | +++     | -   | +++                             | -   | +++     | -   |
| 10. | +++ | +  | +++ | +++                          | +   | +++     | -   | +++                             | -   | +++     | -   |
| 12. | +++ | -  | +++ | +++                          | -   | +++     | -   | +++                             | -   | +++     | -   |
| 14. | +++ | -  | +++ | +++                          | -   | +++     | -   | +++                             | -   | +++     | -   |
| 21. | +++ | -  | +++ | +++                          | -   | +++     | -   | +++                             | -   | +++     | -   |
| 35. | +++ | -  | +++ | +++                          | -   | +++     | -   | +++                             | -   | +++     | -   |

Micrococcus aureus

18 - 20°C  
37°C

35. Tag: +++

Micrococcus aureus  
haemolyticus

18 - 20°C  
37°C

21. Tag: -  
6. Tag: -

Das in Tabelle 9 geht hervor, daß *Micrococcus aureus haemolyticus* in den Mischkulturen mit *Bacterium coli* bei Zimmertemperatur 9 - 11 Tage, bei 37°C 7 - 8 Tage in sterilisiertem Bachwasser lebte. Bei einer massiven Beimpfung des Bachwassers mit den genannten Mikrokokken waren diese also längere Zeit darin nachweisbar, als wenn sie durch Bouillonkulturosen zugesetzt wurden. D konnte ebenso wie in dem vorangegangenen Versuch beobachtet werden, daß *Micrococcus aureus haemolyticus* in den Kontrollen (vergl. auch Tabelle 5) besonders bei 18 - 20°C länger entwicklungsfähig war, als in der Mischkultur mit *Bacterium coli*. *Micrococcus aureus haemolyticus* erreichte außerdem in keinem Fall ein sehr gutes Wachstum, aber die Farbstoffbildung ging allmählich verloren. Die Abhängigkeit der Lebensdauer und der Wachstumsstärke der Kokken von der Verimpfungszeit und -menge wurde nicht ganz so deutlich wie bei der *Staphylococcus aureus* und *Micrococcus aureus* in der Mischkultur. In Kombination mit dem *Bacterium coli* mit Phosphor und mit dem *Staphylococcus aureus* haemolyticus lebten diese Kokken in der Mischkultur bis zu 35 Tagen in sterilisiertem Bachwasser. Die Kokken lebten noch nach 35 Tagen nachweisbar, bei 18 - 20°C auch bei 37°C.

Die pH - Werte hatten bis zum Absterben der Mischkultur den Wertepunkt (7,0) erreicht.

#### Bacterium coli und Micrococcus citreus haemolyticus

Nachdem sich herausgestellt hatte, daß *Micrococcus citreus haemolyticus* in Mischkultur mit *Bacterium coli* nicht lebensfähig war, versuchte man, die Kokken in einer Mischkultur mit *Bacterium coli* eine Erhaltung der Kokken zu erreichen, da die Versuche ergebnislos blieben. Das *Micrococcus citreus haemolyticus* war in diesem Versuch mit *Bacterium coli* in kleinen Mengen teilweise länger in sterilisiertem Bachwasser lebte als allein. Diese Vermutung konnte jedoch nicht bestätigt werden. Nach der ersten Übertragung geringer Mengen durch Ösen einer Bouillonkultur nach dem ersten mit großen Mengen mittels Ösen einer Bouillonkultur. Nachdem man *Micrococcus citreus haemolyticus* aufzufinden, ab dem Zeitpunkt bei 18 - 20°C im Bachwasser bei 37°C abgetötet wurden und es der Befruchtung des Bachwassers (Anfangs - pH: 6,5) zuerst mit Koliken, gleichmäßig mit *Bacterium coli* und *Micrococcus citreus haemolyticus* oder mit Bakterien mit *Staphylococcus aureus* genommen wurde. Die Kolikokeime vermehrten sich dagegen in diesen Proben nach 4 Wochen.



In den folgenden Versuchen wurde die Lebensdauer von *Bacterium coli* in sterili-  
siertem Bachwasser (Anfangs-pH: 6,7) untersucht. Die Versuche wurden noch 4 weitere  
Tage fortgesetzt.

Die Versuche ergaben, daß sich das *Bacterium coli* in einem kulturen- und  
sowohl und Brutschrankkultur sehr gut entwickelte und auch bei 37°C  
reicht lebte.

Verschiedene Lebensdauer-Sarsinen wurden lediglich da nachgewiesen, wo sie  
früher von Sarsinen coli vermischt worden waren (Nr. 5 und 6). Sie wurden  
am Mikroskop bei Zimmertemperatur 2 Tage, bei Brutschrankkultur 11  
Tag lang, die Sarsinen mikroskopisch wiesen keine vermehrungsfähigen  
auf.

In den folgenden (vergl. auch Tabelle 3) war Sarsin bei 18 - 20°C  
und bei 37°C 2 Tage am Leben.

Es wird vermutet, daß die Kolibakterien einen bestimmenden Einfluß auf die  
Entwicklung der Sarsinen ausüben. Nur in einer schon mit Sarsinen bewachsenen  
Kultur wuchs Sarsinen bei Einfluß bei Zimmertemperatur nicht aus.

Dieses Ergebnis veranlaßte mich, sehr große Mengen (Ösen einer Apfelsinen-  
schale) von Sarsinen unter mit kleinen Mengen (Ösen einer Kartoffel) mit  
von *Bacterium coli* in das sterilierte Bachwasser zu bringen, um zu unter-  
suchen, ob dann noch eine Wirkung der Kolibakterien auf die Sarsinen festzustellen  
werden könnte. In der Tabelle 10 werden die Ergebnisse dieser Versuche zusam-  
mengesetzt.

Tabelle 10: Die Lebensdauer von *Bacterium coli* (col) und *Sarcina lutea* (sar)  
in steriliertem Bachwasser. (Anfangs-pH: 6,7).

| 1 Öse Bact. coli +<br>gleichzeitig<br>1 Öse Sarcina lutea |     |     |               |     |     | 1 Öse Bact. coli +<br>24 Stunden später<br>1 Öse Sarcina lutea |     |     |               |     |     | 1 Öse Sarcina lutea +<br>24 Stunden später<br>1 Öse Bact. coli |     |     |               |     |     |     |
|-----------------------------------------------------------|-----|-----|---------------|-----|-----|----------------------------------------------------------------|-----|-----|---------------|-----|-----|----------------------------------------------------------------|-----|-----|---------------|-----|-----|-----|
| Nr. 1<br>18 - 20°C                                        |     |     | Nr. 2<br>37°C |     |     | Nr. 3<br>18 - 20°C                                             |     |     | Nr. 4<br>37°C |     |     | Nr. 5<br>18 - 20°C                                             |     |     | Nr. 6<br>37°C |     |     |     |
| Tag                                                       | col | sar | pH            | col | sar | pH                                                             | col | sar | pH            | col | sar | pH                                                             | col | sar | pH            | col | sar | pH  |
| 1.                                                        | +++ | +   | 6,7           | +++ | +   | 6,7                                                            | +++ | +   | 6,7           | +++ | +   | 6,7                                                            | +++ | +   | 6,7           | +++ | +   | 6,7 |
| 3.                                                        | +++ | +   |               | +++ | +   |                                                                | +++ | +   |               | +++ | +   |                                                                | +++ | +   |               | +++ | +   |     |
| 4.                                                        | +++ | +   |               | +++ | +   |                                                                | +++ | +   |               | +++ | +   |                                                                | +++ | +   |               | +++ | +   |     |
| 6.                                                        | +++ | +   |               | +++ | +   |                                                                | +++ | +   |               | +++ | +   |                                                                | +++ | +   |               | +++ | +   |     |
| 7.                                                        | +++ | -   |               | +++ | -   | 7,0                                                            | +++ | -   |               | +++ | -   | 7,0                                                            | +++ | -   |               | +++ | -   | 7,0 |
| 14.                                                       | +++ | -   | 7,0           | +++ | -   | 7,2                                                            | +++ | -   | 7,0           | +++ | -   | 7,2                                                            | +++ | -   | 7,0           | +++ | -   | 7,2 |
| 21.                                                       | +++ | -   | 7,2           | +++ | -   | 7,5                                                            | +++ | -   | 7,2           | +++ | -   | 7,5                                                            | +++ | -   | 7,2           | +++ | -   | 7,5 |
| 35.                                                       | +++ | -   | 7,2           | +++ | -   | 7,5                                                            | +++ | -   | 7,2           | +++ | -   | 7,5                                                            | +++ | -   | 7,2           | +++ | -   | 7,5 |

| 3 Ösen Bact. coli +<br>gleichzeitig<br>1 Öse Sarcina lutea |     |     |               |     |     | 1 Öse Bact. coli +<br>gleichzeitig<br>3 Ösen Sarcina lutea |     |     |                |     |     |     |
|------------------------------------------------------------|-----|-----|---------------|-----|-----|------------------------------------------------------------|-----|-----|----------------|-----|-----|-----|
| Nr. 7<br>18 - 20°C                                         |     |     | Nr. 8<br>37°C |     |     | Nr. 13<br>18 - 20°C                                        |     |     | Nr. 14<br>37°C |     |     |     |
| Tag                                                        | col | sar | pH            | col | sar | pH                                                         | col | sar | pH             | col | sar | pH  |
| 1.                                                         | +++ | +   | 6,7           | +++ | +   | 6,7                                                        | +++ | +   | 6,7            | +++ | +   | 6,7 |
| 4.                                                         | +++ | -   |               | +++ | -   |                                                            | +++ | +   |                | +++ | +   |     |
| 7.                                                         | +++ | -   |               | +++ | -   | 7,0                                                        | +++ | -   |                | +++ | -   | 7,0 |
| 14.                                                        | +++ | -   | 7,0           | +++ | -   | 7,2                                                        | +++ | -   | 7,0            | +++ | -   | 7,2 |
| 21.                                                        | +++ | -   | 7,2           | +++ | -   | 7,5                                                        | +++ | -   | 7,2            | +++ | -   | 7,5 |
| 35.                                                        | +++ | -   | 7,2           | +++ | -   | 7,5                                                        | +++ | -   | 7,2            | +++ | -   | 7,5 |

Kontrollen: *Bacterium coli*

18 - 20°C

37°C

*Sarcina lutea*

18 - 20°C

37°C

35. Tag: +++

6. Tag: -

5. Tag: -



In Experiment 10 im ersten Mischkulturversuch *Bacterium coli*/*Sarcina lutea* wurde festgestellt, daß bei einer sehr großen Anzahl von *Sarcina lutea* in einer Mischkultur mit einer kleinen von *Bacterium coli*, der Einfluß der letzteren nicht mehr ausreichte, *Sarcina lutea* zu verdrängen.

Wenn große Mengen von *Sarcina lutea* gleichzeitig mit *Bacterium coli* oder 24 Stunden vor diesem in das sterilisierte Bachwasser eingepflanzt wurden; wie dies in den Reagenzien Nr. 1, 2, 3, 6, 13 und 14 erfolgte, so waren vereinzelte *Sarcinen* 5 - 6 Tage bei Zimmer- und Brutschranktemperatur nachzuweisen.

In den Reagenzien Nr. 3, 4, 7 und 8, in die *Bacterium coli* in etwas größeren Mengen zuerst übergeben wurde, lebten vereinzelte *Sarcinen* 2 - 3 Tage bei 18 - 20°C und bei 37°C.

Die Lebensdauer von *Sarcina lutea* in den Kontrollen (vergl. auch Tabelle 3) betrug bei Zimmertemperatur 5 Tage, bei Brutschranktemperatur 4 Tage.

Eine geringe Beeinflussung der Vermehrungsfähigkeit von *Sarcina lutea* durch *Bacterium coli* machte sich somit nur in den Mischkulturen Nr. 3, 4, 7 und 8 bemerkbar. *Sarcina lutea* ging 24 - 72 Stunden früher zugrunde als in den Reinkulturen in sterilisiertem Bachwasser.

Die Aufbewahrungstemperatur (18 - 20°C bzw. 37°C) wirkte sich nicht auf das Wachstum und die Lebensdauer der *Sarcinen* aus. *Bacterium coli* zeigte noch nach 35 Tagen ein sehr kräftiges Wachstum sowohl bei 18 - 20°C als auch bei 37°C. Die pH - Werte veränderten sich bis zum Absterben von *Sarcina lutea* nicht wesentlich.

In weiteren Versuchen wurde das Verhalten von Kolibakterien gegenüber Streptokokken in sterilisiertem Bachwasser geprüft.

#### *Bacterium coli* und *Streptococcus pyogenes*.

Zur Durchführung dieses Versuches wurden außer den Mischkulturen Nr. 1 - 6 noch zusätzlich 4 weitere (Nr. 7, 8, 13 und 14) angelegt, wie es in III Seite und 12 beschrieben ist.

Die Ergebnisse dieser Untersuchungen wurden in der Tabelle 11 zusammengestellt.

Tabelle 11: Die Lebensdauer von *Bacterium coli* (col) und *Streptococcus pyogenes* (str) in sterilisiertem Bachwasser. (Anfangs-pH: 6,7).

| 1 Öse Bact. coli +<br>gleichzeitig<br>1 Öse Strept. pyogenes |            |               |  | 1 Öse Bact. coli +<br>24 Stunden später<br>1 Öse Strept. pyogenes |            |               |  | 1 Öse Strept. pyogenes +<br>24 Stunden später<br>1 Öse Bact. coli |            |               |  |
|--------------------------------------------------------------|------------|---------------|--|-------------------------------------------------------------------|------------|---------------|--|-------------------------------------------------------------------|------------|---------------|--|
| Nr. 1<br>18 - 20°C                                           |            | Nr. 2<br>37°C |  | Nr. 3<br>18 - 20°C                                                |            | Nr. 4<br>37°C |  | Nr. 5<br>18 - 20°C                                                |            | Nr. 6<br>37°C |  |
| Tag                                                          | col str pH | col str pH    |  | col str pH                                                        | col str pH | col str pH    |  | col str pH                                                        | col str pH | col str pH    |  |
| 1.                                                           | +++ - 6,7  | +++ - 6,7     |  | +++ - 6,7                                                         | +++ - 6,7  | +++ - 6,7     |  | +++ - 6,7                                                         | +++ - 6,7  | +++ - 6,7     |  |
| 2.                                                           | +++ +      | +++ +         |  | +++ +                                                             | +++ +      | +++ +         |  | +++ +                                                             | +++ +      | +++ +         |  |
| 3.                                                           | +++ +      | +++ +         |  | +++ +                                                             | +++ +      | +++ +         |  | +++ +                                                             | +++ +      | +++ +         |  |
| 4.                                                           | +++ +      | +++ +         |  | +++ +                                                             | +++ +      | +++ +         |  | +++ +                                                             | +++ +      | +++ +         |  |
| 5.                                                           | +++ +      | +++ +         |  | +++ +                                                             | +++ +      | +++ +         |  | +++ +                                                             | +++ +      | +++ +         |  |
| 7.                                                           | +++ +      | +++ - 7,0     |  | +++ +                                                             | +++ - 7,0  | +++ - 7,0     |  | +++ +                                                             | +++ +      | +++ - 7,0     |  |
| 9.                                                           | +++ +      | +++ -         |  | +++ +                                                             | +++ -      | +++ -         |  | +++ +                                                             | +++ +      | +++ -         |  |
| 11.                                                          | +++ +      | +++ -         |  | +++ +                                                             | +++ -      | +++ -         |  | +++ +                                                             | +++ +      | +++ -         |  |
| 14.                                                          | +++ - 7,0  | +++ - 7,2     |  | +++ - 7,0                                                         | +++ - 7,2  | +++ - 7,2     |  | +++ - 7,0                                                         | +++ - 7,2  | +++ - 7,2     |  |
| 21.                                                          | +++ - 7,2  | +++ - 7,5     |  | +++ - 7,2                                                         | +++ - 7,5  | +++ - 7,5     |  | +++ - 7,2                                                         | +++ - 7,5  | +++ - 7,5     |  |
| 35.                                                          | +++ - 7,2  | +++ - 7,5     |  | +++ - 7,2                                                         | +++ - 7,5  | +++ - 7,5     |  | +++ - 7,2                                                         | +++ - 7,5  | +++ - 7,5     |  |



| 3 Ösen Bact.coli +<br>gleichzeitig<br>1 Öse Strept.pyogenes |     |     |               |     |     | 1 Öse Bact. coli +<br>gleichzeitig<br>3 Ösen Strept.pyogenes |     |     |                |     |     |     |
|-------------------------------------------------------------|-----|-----|---------------|-----|-----|--------------------------------------------------------------|-----|-----|----------------|-----|-----|-----|
| Nr. 7<br>18 - 20°C                                          |     |     | Nr. 8<br>37°C |     |     | Nr. 13<br>18 - 20°C                                          |     |     | Nr. 14<br>37°C |     |     |     |
| Tag                                                         | col | str | pH            | col | str | pH                                                           | col | str | pH             | col | str | pH  |
| 1.                                                          | +++ | +   | 6,7           | +++ | +   | 6,7                                                          | +++ | +   | 6,7            | +++ | +   | 6,7 |
| 2.                                                          | +++ | +   |               | +++ | -   |                                                              | +++ | +   |                | +++ | +   |     |
| 5.                                                          | +++ | +   |               | +++ | -   |                                                              | +++ | +   |                | +++ | -   |     |
| 7.                                                          | +++ | -   |               | +++ | -   | 7,0                                                          | +++ | +   |                | +++ | -   | 7,0 |
| 11.                                                         | +++ | -   |               | +++ | -   |                                                              | +++ | -   |                | +++ | -   |     |
| 14.                                                         | +++ | -   | 7,0           | +++ | -   | 7,2                                                          | +++ | -   | 7,0            | +++ | -   | 7,2 |
| 21.                                                         | +++ | -   | 7,2           | +++ | -   | 7,5                                                          | +++ | -   | 7,2            | +++ | -   | 7,5 |
| 35.                                                         | +++ | -   | 7,2           | +++ | -   | 7,5                                                          | +++ | -   | 7,2            | +++ | -   | 7,5 |

Kontrollen : Bacterium coli 18 - 20°C 35. Tag: +++  
37°C  
Streptococcus pyo- 18 - 20°C 14. Tag: -  
genes 37°C 6. Tag: -

Aus der Tabelle 11 ist ersichtlich, daß das Bacterium coli noch nach 35 Tagen bei Zimmer- und Brutschranktemperatur sehr stark wuchs. Streptococcus pyogenes lebte in den Mischkulturen mit Bacterium coli bei 18 - 20°C 6 - 10 Tage, bei 37°C 1 - 4 Tage. Wie ein Vergleich mit der Lebensdauer einer Reinkultur der Streptokokken im sterilisierten Bachwasser zeigt, waren sie dort bei Zimmertemperatur 13 Tage, bei Brutschranktemperatur 5 Tage lebensfähig (vergl. auch Tabelle 3). In der Mischkultur mit Bacterium coli wurde also die Lebensfähigkeit von Streptococcus pyogenes verkürzt.

Die jeweils verimpfte Bakterienmenge hatte einen größeren Einfluß auf die Lebenslänge der Streptokokken als die Zeit der Einimpfung. Das Wachstum der Streptokokken aus den Mischkulturen war mittelstark, wenn sie 24 Stunden vor Bacterium coli in das sterilisierte Bachwasser gebracht wurden. In den übrigen Kulturen waren nur vereinzelt Streptokokken nachweisbar.

Auf Grund der Tatsache, daß das Bacterium coli die Vermehrungsfähigkeit der Streptokokken im sterilisierten Bachwasser hemmte, wurde eine Verimpfung sehr großer Mengen von Streptococcus pyogenes (Ösen einer Agarkulturabschwemmung) mit kleinen Mengen von Kolibakterien (Ösen einer Bouillonkultur) in derselben Art durchgeführt, um zu versuchen, ob die Einwirkung der Koli-keime auf die Streptokokken dann noch anhielt. Die Ergebnisse wurden in der Tabelle 12 zusammengefaßt.

Tabelle 12: Die Lebensdauer von Bacterium coli (col) und Streptococcus pyogenes (str) in sterilisiertem Bachwasser. (Anfangs-pH: 6,7)

| 1 Öse Bact. coli +<br>gleichzeitig<br>1 Öse Strept. pyogenes |     |     |     | 1 Öse Bact. coli +<br>24 Stunden später<br>1 Öse Strept. pyogenes |     |     |     | 1 Öse Strept. pyogenes +<br>24 Stunden später<br>1 Öse Bact. coli |     |     |     |               |     |     |     |                    |     |     |     |               |     |  |  |
|--------------------------------------------------------------|-----|-----|-----|-------------------------------------------------------------------|-----|-----|-----|-------------------------------------------------------------------|-----|-----|-----|---------------|-----|-----|-----|--------------------|-----|-----|-----|---------------|-----|--|--|
| Nr. 1<br>18 - 20°C                                           |     |     |     | Nr. 2<br>37°C                                                     |     |     |     | Nr. 3<br>18 - 20°C                                                |     |     |     | Nr. 4<br>37°C |     |     |     | Nr. 5<br>18 - 20°C |     |     |     | Nr. 6<br>37°C |     |  |  |
| Tag                                                          | col | str | pH  | col                                                               | str | pH  | col | str                                                               | pH  | col | str | pH            | col | str | pH  | col                | str | pH  | col | str           | pH  |  |  |
| 1.                                                           | +++ | ++  | 6,7 | +++                                                               | +   | 6,7 | +++ | ++                                                                | 6,7 | +++ | +   | 6,7           | +++ | +++ | 6,7 | +++                | ++  | 6,7 | +++ | ++            | 6,7 |  |  |
| 2.                                                           | +++ | ++  |     | +++                                                               | +   |     | +++ | ++                                                                |     | +++ | +   |               | +++ | +++ |     | +++                | ++  |     | +++ | ++            |     |  |  |
| 3.                                                           | +++ | ++  |     | +++                                                               | -   |     | +++ | ++                                                                |     | +++ | +   |               | +++ | +++ |     | +++                | +   |     | +++ | +             |     |  |  |
| 4.                                                           | +++ | ++  |     | +++                                                               | -   |     | +++ | ++                                                                |     | +++ | +   |               | +++ | ++  |     | +++                | +   |     | +++ | +             |     |  |  |
| 5.                                                           | +++ | +   |     | +++                                                               | -   |     | +++ | +                                                                 |     | +++ | +   |               | +++ | ++  |     | +++                | +   |     | +++ | +             |     |  |  |
| 7.                                                           | +++ | +   |     | +++                                                               | -   | 7,0 | +++ | +                                                                 |     | +++ | +   |               | +++ | ++  |     | +++                | +   |     | +++ | +             | 7,0 |  |  |
| 9.                                                           | +++ | +   |     | +++                                                               | -   |     | +++ | -                                                                 |     | +++ | -   |               | +++ | ++  |     | +++                | ++  |     | +++ |               |     |  |  |
| 13.                                                          | +++ | -   |     | +++                                                               | -   |     | +++ | -                                                                 |     | +++ | -   |               | +++ | +   |     | +++                | +   |     | +++ | +             |     |  |  |
| 14.                                                          | +++ | -   | 7,0 | +++                                                               | -   | 7,2 | +++ | -                                                                 | 7,0 | +++ | -   | 7,2           | +++ | +   | 7,0 | +++                | -   | 7,2 | +++ | -             | 7,2 |  |  |
| 15.                                                          | +++ | -   |     | +++                                                               | -   |     | +++ | -                                                                 |     | +++ | -   |               | +++ | -   |     | +++                | -   |     | +++ | -             |     |  |  |
| 21./35.                                                      | +++ | -   | 7,2 | +++                                                               | -   | 7,5 | +++ | -                                                                 | 7,2 | +++ | -   | 7,5           | +++ | -   | 7,2 | +++                | -   | 7,5 | +++ | -             | 7,5 |  |  |



| Tag |     | pH    |     | Temperatur |     | Ergebnis |           |
|-----|-----|-------|-----|------------|-----|----------|-----------|
| 2.  | +++ | ++    | +++ | -          | +++ | ++       | +++       |
| 4.  | +++ | ++    | +++ | -          | +++ | ++       | +++       |
| 5.  | +++ | +     | +++ | -          | +++ | ++       | +++       |
| 7.  | +++ | +     | +++ | - 7,0      | +++ | ++       | +++ - 7,0 |
| 11. | +++ | -     | +++ | -          | +++ | ++       | +++       |
| 13. | +++ | -     | +++ | -          | +++ | +        | +++       |
| 14. | +++ | - 7,0 | +++ | - 7,2      | +++ | + 7,0    | +++ - 7,2 |
| 15. | +++ | -     | +++ | -          | +++ | -        | +++       |
| 21. | +++ | - 7,2 | +++ | - 7,5      | +++ | - 7,2    | +++ - 7,5 |
| 35. | +++ | - 7,2 | +++ | - 7,5      | +++ | - 7,2    | +++ - 7,5 |

Kontrollen : *Bacterium coli* - 18 - 20°C 35. Tag: +++  
37°C

*Streptococcus pyogenes* 18 - 20°C 25. Tag: -  
37°C 8. Tag: -

Die Tabelle 12 zeigt, daß *Streptococcus pyogenes* bei Zimmertemperatur nach 9 - 15 Tagen, bei Brutschranktemperatur nach 2 - 4 Tagen aus den Mischkulturen mit *Bacterium coli* nicht mehr isolierbar war, während das *Bacterium coli* sich noch nach 38 Tagen bei 18 - 20°C und 37°C reichlich vermehrte.

Da die Streptokokken in den Kontrollen bei massiver Verimpfung bis nach der Aufbewahrungstemperatur erst nach 25 bzw. 8 Tagen zugrunde gingen (vergl. Tabelle 3), kann übereinstimmend mit den Ergebnissen des ersten Versuches angenommen werden, daß die Kolibakterien die Ursache des schnelleren Verschwindens der Streptokokken waren. Im Vergleich zu jenem Versuch hatte *Streptococcus pyogenes* hier jedoch etwas länger. Auch das Wachstum der Streptokokken aus den Mischkulturen war nach massiver Übertragung in das sterilisierte Bachwasser im allgemeinen besser.

Die pH-Werte unterschieden sich nicht von denen des vorhergehenden Versuches.

#### *Bacterium coli* und *Streptococcus mastitidis*

Die Ermittlung der Lebensdauer von *Streptococcus mastitidis* in sterilisiertem Bachwasser hatte ergeben, daß dieser nur, wenn er in großen Mengen (bis zu Agarkulturschwemmung) verimpft und bei Zimmertemperatur aufbewahrt wurde, Tage am Leben bleibt (vergl. auch Tabelle 3). Um nun die Lebensdauer in der Mischkultur mit *Bacterium coli* in sterilisiertem Bachwasser festzustellen, wurden nur sehr große Mengen (Ösen einer Agarkulturschwemmung) von *Streptococcus mastitidis* mit einer geringen Zahl von Kolibakterien (Ösen einer Agarkulturschwemmung) in sterilisiertes Bachwasser vom pH-Wert 6,7 gebracht und die Proben Nr. 1, 3, 5, 7 und 13 bei Zimmertemperatur aufgekocht.

Aus den 5 Proben, die untersucht wurden, konnten nur in 2 Fällen lebensfähige Streptokokken isoliert werden, nämlich bei einer Verdünnung 1:10 mit diesen und bei der gleichzeitigen Übertragung mit sehr viel mehr Streptokokken als Kolibakterien. Alle anderen Röhrchen wiesen dagegen keine lebensfähigen Streptokokken auf. In den beiden mit Streptokokken besetzten Agarkulturen konnten diese jedoch auch schon nach 72 bzw. 48 Stunden nicht mehr aufgefunden werden. Danach kann angenommen werden, daß *Bacterium coli* das Fortkommen der Streptokokken hemmte.

Die Kolibakterien wurden noch nach 48-stündigem Verweilen in sterilisiertem Bachwasser reichlich angetroffen.



## Bacterium coli und Streptococcus viridans.

Auch eine Reinkultur von Streptococcus viridans lebte in sterilisiertem Bachwasser nur bei einer Übertragung in großen Mengen und einer Aufbewahrungstemperatur von 18 - 20°C 3 Tage lang. Zur Prüfung des Verhaltens in Mischkulturen mit Bacterium coli wurden deshalb die Streptokokken wie im vorhergehenden Versuch in 5 Rehröhrchen (Nr. 1, 3, 5, 7 und 9) mittels Ösen einer Agarokulturschleife in Mischkultur und die Kolibakterien durch Ösen einer Bacillonkultur in sterilisiertes Bachwasser von pH Wert 6,7 geimpft und die Kulturrehröhrchen bei Zimmertemperatur aufgestellt.

Schon 24 Stunden nach der Beimpfung bzw. Konfektion des Bachwassers konnten keine vermehrungsfähigen Streptokokken mehr aufgefunden werden. Ohne Einfluß auf das Versuchsergebnis war es, ob die Verimpfung der Keime in gleichen oder verschiedenen Mengen und zur selben Zeit oder in 24stündigem Abstand erfolgte. Streptococcus viridans war also in einer Mischkultur mit Bacterium coli nicht lebensfähig. Das Wachstum von Bacterium coli erwies sich noch nach 4 Wochen in allen Kulturen als sehr stark.

## Bacterium coli und Streptococcus faecalis

Die Ergebnisse der Untersuchungen von Bacterium coli und Streptococcus faecalis wurden in der Tabelle 13 zusammengefaßt.

Tabelle 13: Die Lebensdauer von Bacterium coli (col) und Streptococcus faecalis (fae) in sterilisiertem Bachwasser (Anfangs-pH: 6,8)

| 1 Öse Bact. coli +<br>gleichzeitig<br>1 Öse Strept. faecalis |     |     |     | 1 Öse Bact. coli +<br>24 Stunden später<br>Öse Strept. faecalis |     |     |  | 1 Öse Strept. faecalis +<br>24 Stunden später<br>1 Öse Bact. coli |     |     |     |               |     |     |     |                    |     |     |     |               |     |     |  |
|--------------------------------------------------------------|-----|-----|-----|-----------------------------------------------------------------|-----|-----|--|-------------------------------------------------------------------|-----|-----|-----|---------------|-----|-----|-----|--------------------|-----|-----|-----|---------------|-----|-----|--|
| Nr. 1<br>18 - 20°C                                           |     |     |     | Nr. 2<br>37°C                                                   |     |     |  | Nr. 3<br>18 - 20°C                                                |     |     |     | Nr. 4<br>37°C |     |     |     | Nr. 5<br>18 - 20°C |     |     |     | Nr. 6<br>37°C |     |     |  |
| Tag                                                          | col | fae | pH  | col                                                             | fae | pH  |  | col                                                               | fae | pH  | col | fae           | pH  | col | fae | pH                 | col | fae | pH  | col           | fae | pH  |  |
| 1                                                            | +++ | +   | 6,8 | +++                                                             | ++  | 6,8 |  | +++                                                               | ++  | 6,8 | +++ | ++            | 6,8 | +++ | ++  | 6,8                | +++ | ++  | 6,8 | +++           | ++  | 6,8 |  |
| 5                                                            | +++ | ++  |     | +++                                                             | ++  |     |  | +++                                                               | ++  |     | +++ | +             |     | +++ | ++  |                    | +++ | ++  |     | +++           | ++  |     |  |
| 6                                                            | +++ | ++  |     | +++                                                             | +   |     |  | +++                                                               | ++  |     | +++ | +             |     | +++ | ++  |                    | +++ | ++  |     | +++           | ++  |     |  |
| 7                                                            | +++ | +   | 7,0 | +++                                                             | +   | 7,2 |  | +++                                                               | +   | 7,0 | +++ | +             | 7,2 | +++ | ++  | 7,0                | +++ | ++  | 7,0 | +++           | +   | 7,2 |  |
| 8                                                            | +++ |     |     | +++                                                             | +   |     |  | +++                                                               | +   |     | +++ | +             |     | +++ | ++  |                    | +++ | ++  |     | +++           | +   |     |  |
| 9                                                            | +++ | +   |     | +++                                                             |     |     |  | +++                                                               |     |     | +++ |               |     | +++ |     |                    | +++ |     |     | +++           |     |     |  |
| 19                                                           | +++ |     |     | +++                                                             | +   |     |  | +++                                                               | +   |     | +++ | -             |     | +++ | +   |                    | +++ | +   |     | +++           | +   |     |  |
| 21                                                           | +++ |     | 7,2 | +++                                                             | +   | 7,5 |  | +++                                                               | +   | 7,2 | +++ | -             | 7,5 | +++ | +   | 7,2                | +++ | +   | 7,2 | +++           | +   | 7,5 |  |
| 22                                                           | +++ |     |     | +++                                                             | +   |     |  | +++                                                               | -   |     | +++ | -             |     | +++ | +   |                    | +++ | +   |     | +++           | +   |     |  |
| 23                                                           | +++ | +   |     | +++                                                             | -   |     |  | +++                                                               | -   |     | +++ | -             |     | +++ | +   |                    | +++ | +   |     | +++           | +   |     |  |
| 24                                                           | +++ |     |     | +++                                                             | -   |     |  | +++                                                               | -   |     | +++ | -             |     | +++ | +   |                    | +++ | +   |     | +++           | -   |     |  |
| 26                                                           | +++ | -   |     | +++                                                             | -   |     |  | +++                                                               | -   |     | +++ | -             |     | +++ | +   |                    | +++ | +   |     | +++           | -   |     |  |
| 28                                                           | +++ | -   | 7,2 | +++                                                             | -   | 7,5 |  | +++                                                               | -   | 7,2 | +++ | -             | 7,5 | +++ | -   | 7,2                | +++ | -   | 7,2 | +++           | -   | 7,5 |  |
| 56                                                           | +++ | -   | 7,2 | +++                                                             | -   | 7,5 |  | +++                                                               | -   | 7,2 | +++ | -             | 7,5 | +++ | -   | 7,2                | +++ | -   | 7,2 | +++           | -   | 7,5 |  |

Kontrollen : Bacterium coli

18 - 20°C  
37°C

56. Tag: +++

Streptococcus  
faecalis

18 - 20°C  
37°C

37. Tag:

33. Tag:

Wie aus der Tabelle 13 zu erschen ist, hielt die Vermehrung der Kolibakterien noch nach 56 Tagen bei Zimmer- und Brutschranktemperatur an. Streptococcus faecalis nahm in den Mischkulturen mit Bacterium coli immer mehr ab und verschwand bei 18 - 20°C zwischen 22 und 28 Tagen, bei 37°C zwischen 19 und 24 Tagen. Es konnte eine Abhängigkeit der Lebensdauer der Streptokokken von der Zeit ihrer Einimpfung festgestellt werden. Sie gingen nämlich bei einer gleichzeitigen Verimpfung mit Kolibakterien nicht so schnell zugrunde wie bei einer Einimpfung nach diesen und lebten am längsten, wenn sie zuerst in das sterilisierte Bachwasser gebracht worden waren. Die unterschiedliche Verimpfungszeit



Kontrollen : Fächer und Abrechnungen.

Wie aus der Tabelle 14 zu erkennen ist, lief die Bekämpfung des Bakterienwachstums mit *Bacterium aerogenes* und *Bacterium coli* bei 10°C. Keimzahlwerttemperatur ganz andere Ergebnisse hervor als bei 20°C. Bei 20°C. trat gleich starkem Wachstum beider Keimarten bei 10°C. Temperatur (Tabelle 14).



zuerst *Bacterium enteritidis* Gärtner ab und sehr viel später nach dessen Absterben auch *Bacterium aerogenes*, so daß ersteres zwischen 16 und 22 Tagen und das zweite innerhalb von 45 - 46 Tagen im sterilisierten Bachwasser nicht mehr nachgewiesen werden konnte.

Bei 37°C (Nr. 2,4,6) war *Bacterium aerogenes* unabhängig von seiner Einimpfungszeit von Anfang an weniger zahlreich vorhanden als *Bacterium enteritidis* Gärtner und verringerte sich ganz allmählich mehr. Im Verlauf von 46 - 49 Tagen waren diese Kulturen ebenfalls frei von *Aerogenes*-Bakterien, während *Bacterium enteritidis* Gärtner noch nach 60 Tagen im Wasser lebend angetroffen wurde. In fast allen Kulturen ließ sich eine Abhängigkeit der Lebenslänge von der Verimpfungszeit der Keime feststellen; wurden die *Aerogenes*-Bakterien zusammen mit *Bacterium enteritidis* Gärtner eingimpft, so nahmen sie nicht so schnell ab, als wenn sie 24 Stunden nach diesen in das Wasser übertragen wurden, und sie lebten am längsten, sobald sie zuerst verimpft wurden. Die gleichen Verhältnisse lagen bei *Bacterium enteritidis* Gärtner bei Temperaturen von 18 - 20°C vor.

Die Prüfung der Reaktion der Mischkulturen ergab eine vorübergehende schwache Alkalisierung (pH 7,2 bei 18 - 20°C und pH 7,5 bei 37°C). Bei Zimmertemperatur wurde danach eine schwache Säuerung (bis pH 6,5) beobachtet, während bei Brutschranktemperatur der Neutralpunkt gemessen wurde.

In den gleichzeitig angesetzten Kontrollen (vergl. auch Tabelle 3) lebten beide Bakterienarten noch nach 60tägigem Aufenthalt im sterilisierten Bachwasser bei 18 - 20°C und bei 37°C.

Als Ergebnis läßt sich feststellen, daß in Mischkulturen von *Bacterium aerogenes* und *Bacterium enteritidis* Gärtner in sterilisiertem Bachwasser bei Temperaturen von 18 - 20°C die Lebensdauer beider Keimarten verkürzt wurde. Bei 37°C ging nur *Bacterium aerogenes* früher zugrunde.

*Bacterium aerogenes* und *Bacterium pyocyaneum*

sowie

*Bacterium aerogenes* und *Bacterium fluorescens*.

Diese Mischkulturversuche wurden, da es sich bei *Bacterium pyocyaneum* und *Bacterium fluorescens* um verwandte Keime handelte, zum Vergleich in einer Tabelle zusammengestellt.

Tabelle 15: Die Lebensdauer von *Bacterium aerogenes* (aer) und *Bacterium pyocyaneum* (pyo) und von *Bacterium aerogenes* (aer) und *Bacterium fluorescens* (flu) in sterilisiertem Bachwasser. (Anfangs-pH: 6,8).

| 1 Öse Bact.aerogenes +<br>gleichzeitig<br>1 Öse Bact.pyocyaneum |     |     |     | 1 Öse Bact.aerogenes +<br>24 Stunden später<br>1 Öse Bact.pyocyaneum |     |     |     | 1 Öse Bact.pyocyaneum +<br>24 Stunden später<br>1 Öse Bact.aerogenes |     |     |     |               |     |     |     |                    |     |     |     |               |     |  |  |
|-----------------------------------------------------------------|-----|-----|-----|----------------------------------------------------------------------|-----|-----|-----|----------------------------------------------------------------------|-----|-----|-----|---------------|-----|-----|-----|--------------------|-----|-----|-----|---------------|-----|--|--|
| Nr. 1<br>18 - 20°C                                              |     |     |     | Nr. 2<br>37°C                                                        |     |     |     | Nr. 3<br>18 - 20°C                                                   |     |     |     | Nr. 4<br>37°C |     |     |     | Nr. 5<br>18 - 20°C |     |     |     | Nr. 6<br>37°C |     |  |  |
| Tag                                                             | aer | pyo | pH  | aer                                                                  | pyo | pH  | aer | pyo                                                                  | pH  | aer | pyo | pH            | aer | pyo | pH  | aer                | pyo | pH  | aer | pyo           | pH  |  |  |
| 1.                                                              | +++ | +++ | 6,8 | +++                                                                  | +++ | 6,8 | +++ | +++                                                                  | 6,8 | +++ | +++ | 6,8           | +++ | +++ | 6,8 | +++                | +++ | 6,8 | +++ | +++           | 6,8 |  |  |
| 4.                                                              | +++ | +++ |     | +++                                                                  | +++ |     | +++ | +++                                                                  |     | +++ | +++ |               | +++ | +++ |     | +++                | +++ |     | +++ | +++           |     |  |  |
| 5.                                                              | +++ | +++ |     | ++                                                                   | +++ |     | +++ | +++                                                                  |     | +++ | +++ |               | +++ | +++ |     | +++                | +++ |     | ++  | +++           |     |  |  |
| 7.                                                              | +++ | +++ | 6,5 | ++                                                                   | +++ | 7,0 | +++ | +++                                                                  | 6,5 | ++  | +++ | 7,0           | +++ | +++ | 6,5 | +                  | +++ | 7,0 |     |               |     |  |  |
| 8.                                                              | +++ | +++ |     | +                                                                    | +++ |     | +++ | +++                                                                  |     | ++  | +++ |               | +++ | +++ |     | +                  | +++ |     |     |               |     |  |  |
| 9.                                                              | +++ | +++ |     | +                                                                    | +++ |     | +++ | +++                                                                  |     | +   | +++ |               | +++ | +++ |     | +                  | +++ |     |     |               |     |  |  |
| 11.                                                             | +++ | +++ |     | -                                                                    | +++ |     | +++ | +++                                                                  |     | +   | +++ |               | +++ | +++ |     | -                  | +++ |     |     |               |     |  |  |
| 12.                                                             | +++ | +++ |     | -                                                                    | +++ |     | +++ | +++                                                                  |     | -   | +++ |               | +++ | +++ |     | -                  | +++ |     |     |               |     |  |  |
| 21.                                                             | +++ | +++ | 6,5 | -                                                                    | +++ | 7,2 | +++ | +++                                                                  | 6,5 | -   | +++ | 7,2           | +++ | +++ | 6,5 | -                  | +++ | 7,2 |     |               |     |  |  |
| 28.                                                             | +++ | +++ | 6,5 | -                                                                    | +++ | 7,5 | +++ | +++                                                                  | 6,5 | -   | +++ | 7,5           | +++ | +++ | 6,5 | -                  | +++ | 7,5 |     |               |     |  |  |
| 42.                                                             | +++ | +++ | 6,8 | -                                                                    | +++ | 7,5 | +++ | +++                                                                  | 6,8 | -   | +++ | 7,5           | +++ | +++ | 6,8 | -                  | +++ | 7,5 |     |               |     |  |  |
| 49.                                                             | +++ | +++ | 7,0 | -                                                                    | +++ | 7,5 | +++ | +++                                                                  | 7,0 | -   | +++ | 7,5           | +++ | +++ | 7,0 | -                  | +++ | 7,5 |     |               |     |  |  |
| 56.                                                             | +++ | +++ | 7,0 | -                                                                    | +++ | 7,5 | +++ | +++                                                                  | 7,0 | -   | +++ | 7,5           | +++ | +++ | 7,0 | -                  | +++ | 7,5 |     |               |     |  |  |



| Das Bact. aerogenes gleichzeitig |          |     |           |          |     | Das Bact. aerogenes 24 Stunden später |          |     |           |          |     | Das Bact. fluorescens 24 Stunden später |          |     |           |          |     |
|----------------------------------|----------|-----|-----------|----------|-----|---------------------------------------|----------|-----|-----------|----------|-----|-----------------------------------------|----------|-----|-----------|----------|-----|
| Das Bact. fluorescens            |          |     |           |          |     | Das Bact. fluorescens                 |          |     |           |          |     | Das Bact. aerogenes                     |          |     |           |          |     |
| Nr. 1                            |          |     | Nr. 2     |          |     | Nr. 3                                 |          |     | Nr. 4     |          |     | Nr. 5                                   |          |     | Nr. 6     |          |     |
| 18 - 20°C                        | 37°C     |     | 18 - 20°C | 37°C     |     | 18 - 20°C                             | 37°C     |     | 18 - 20°C | 37°C     |     | 18 - 20°C                               | 37°C     |     | 18 - 20°C | 37°C     |     |
| Tag                              | Wachstum | pH  | Tag       | Wachstum | pH  | Tag                                   | Wachstum | pH  | Tag       | Wachstum | pH  | Tag                                     | Wachstum | pH  | Tag       | Wachstum | pH  |
| 1.                               | +++      | 6,8 | 1.        | +++      | 6,8 | 1.                                    | +++      | 6,8 | 1.        | +++      | 6,8 | 1.                                      | +++      | 6,8 | 1.        | +++      | 6,8 |
| 2.                               | +++      | 6,8 | 2.        | +++      | 6,8 | 2.                                    | +++      | 6,8 | 2.        | +++      | 6,8 | 2.                                      | +++      | 6,8 | 2.        | +++      | 6,8 |
| 3.                               | +++      | 6,8 | 3.        | +++      | 6,8 | 3.                                    | +++      | 6,8 | 3.        | +++      | 6,8 | 3.                                      | +++      | 6,8 | 3.        | +++      | 6,8 |
| 4.                               | +++      | 6,8 | 4.        | +++      | 6,8 | 4.                                    | +++      | 6,8 | 4.        | +++      | 6,8 | 4.                                      | +++      | 6,8 | 4.        | +++      | 6,8 |
| 5.                               | +++      | 6,8 | 5.        | +++      | 6,8 | 5.                                    | +++      | 6,8 | 5.        | +++      | 6,8 | 5.                                      | +++      | 6,8 | 5.        | +++      | 6,8 |
| 6.                               | +++      | 6,8 | 6.        | +++      | 6,8 | 6.                                    | +++      | 6,8 | 6.        | +++      | 6,8 | 6.                                      | +++      | 6,8 | 6.        | +++      | 6,8 |
| 7.                               | +++      | 6,5 | 7.        | +++      | 7,0 | 7.                                    | +++      | 6,5 | 7.        | +++      | 7,0 | 7.                                      | +++      | 6,5 | 7.        | +++      | 7,0 |
| 8.                               | +++      | 6,5 | 8.        | +++      | 7,0 | 8.                                    | +++      | 6,5 | 8.        | +++      | 7,0 | 8.                                      | +++      | 6,5 | 8.        | +++      | 7,0 |
| 9.                               | +++      | 6,5 | 9.        | +++      | 7,0 | 9.                                    | +++      | 6,5 | 9.        | +++      | 7,0 | 9.                                      | +++      | 6,5 | 9.        | +++      | 7,0 |
| 10.                              | +++      | 6,5 | 10.       | +++      | 7,0 | 10.                                   | +++      | 6,5 | 10.       | +++      | 7,0 | 10.                                     | +++      | 6,5 | 10.       | +++      | 7,0 |
| 14.                              | +++      | 6,5 | 14.       | +++      | 7,2 | 14.                                   | +++      | 6,5 | 14.       | +++      | 7,2 | 14.                                     | +++      | 6,5 | 14.       | +++      | 7,2 |
| 21.                              | +++      | 6,8 | 21.       | +++      | 7,2 | 21.                                   | +++      | 6,8 | 21.       | +++      | 7,2 | 21.                                     | +++      | 6,8 | 21.       | +++      | 7,2 |
| 28.                              | +++      | 6,8 | 28.       | +++      | 7,5 | 28.                                   | +++      | 6,8 | 28.       | +++      | 7,5 | 28.                                     | +++      | 6,8 | 28.       | +++      | 7,5 |
| 42.                              | +++      | 7,0 | 42.       | +++      | 7,5 | 42.                                   | +++      | 7,0 | 42.       | +++      | 7,5 | 42.                                     | +++      | 7,0 | 42.       | +++      | 7,5 |
| 56.                              | +++      | 7,0 | 56.       | +++      | 7,5 | 56.                                   | +++      | 7,0 | 56.       | +++      | 7,5 | 56.                                     | +++      | 7,0 | 56.       | +++      | 7,5 |

Kontrollen: *Bacterium aerogenes* 18 - 20°C 56. Tag: +++  
 37°C 56. Tag: +++  
*Bacterium pyocyaneum* 18 - 20°C 56. Tag: +++  
 37°C 56. Tag: +++  
*Bacterium fluorescens* 18 - 20°C 56. Tag: +++  
 37°C 56. Tag: +++

Aus der Tabelle 15 geht hervor, daß das *Bacterium aerogenes* bei Temperatur von 18 - 20°C noch nach 56 Tagen in allen Mischkulturen sehr stark wuchs. In 37°C nahm das Wachstum der Keime ziemlich rasch ab. Nach 9 - 12 Tagen waren in den Mischkulturen mit *Bacterium pyocyaneum*, nach 7 - 10 Tagen in den Mischkulturen mit *Bacterium fluorescens* nicht mehr lebensfähig.

Das Wachstum von *Bacterium pyocyaneum* war bei Zimmer- und Kühlschranktemperatur noch nach 56 Tagen sehr stark.

*Bacterium fluorescens* wuchs in Mischkulturen mit *Bacterium aerogenes* bei 18 - 20°C nur mittelstark, bei 37°C sehr stark.

Der pH-Wert der Kulturen wurde bei Zimmertemperatur anfänglich schwach sauer (bis pH 6,5) und stieg später zum Neutralpunkt an. Bei 37°C wurde eine ähnliche schwache Alkalisierung (bis pH 7,5) verzeichnet. In den Kontrollen zeigten alle 3 Keimarten noch nach 56 Tagen (vergl. auch Tabelle 3) bei 18 - 20°C und bei 37°C.

Zusammenfassend kann festgestellt werden, daß das *Bacterium aerogenes* in Mischkulturen mit *Bacterium pyocyaneum* bzw. mit *Bacterium fluorescens* bei einer Brutungstemperatur von 37°C eine wesentlich kürzere Lebensdauer aufwies als den Kontrollen. Sie war von der Zeit der Einimpfung abhängig.

#### *Bacterium aerogenes* und aerobe Sporenbildner.

In den folgenden Versuchen wurde die Lebensfähigkeit von *Bacterium aerogenes* in Mischkulturen mit aeroben Sporenbildnern (*Bacillus mesentericus*, *Bacillus mycoides* und *Bacillus subtilis*) in sterilisiertem Bachwasser geprüft.

Für die Untersuchungen von *Bacterium aerogenes* und *Bacillus mesentericus* wurden außer den Mischkulturen Nr. 1 - 6 zusätzlich noch die Nummern 7, 8 und 9 beimpft.

Die Ergebnisse dieser Untersuchungen sind in der Tabelle 16 zusammengefaßt.



Tabelle 16: Die Lebensdauer von *Bacterium aerogenes* (aer) und *Bacillus mesentericus* (mes) in sterilisiertem Bachwasser (Anfangs-pH: 6,5)

| 1 Öse Bact. aerogenes +<br>gleichzeitig<br>1 Öse Bac. mesentericus |     |     |               | 1 Öse Bact. aerogenes +<br>24 Stunden später<br>1 Öse Bac. mesentericus |     |                    |     | 1 Öse Bac. mesentericus +<br>24 Stunden später<br>1 Öse Bact. aerogenes |               |     |     |                    |     |     |               |  |  |
|--------------------------------------------------------------------|-----|-----|---------------|-------------------------------------------------------------------------|-----|--------------------|-----|-------------------------------------------------------------------------|---------------|-----|-----|--------------------|-----|-----|---------------|--|--|
| Nr. 1<br>18 - 20°C                                                 |     |     | Nr. 2<br>37°C |                                                                         |     | Nr. 3<br>18 - 20°C |     |                                                                         | Nr. 4<br>37°C |     |     | Nr. 5<br>18 - 20°C |     |     | Nr. 6<br>37°C |  |  |
| Tag                                                                | aer | mes | pH            | aer                                                                     | mes | pH                 | aer | mes                                                                     | pH            | aer | mes | pH                 | aer | mes | pH            |  |  |
| 1.                                                                 | +++ | +   | 6,5           | +++                                                                     | +   | 6,5                | +++ | +                                                                       | 6,5           | +++ | +   | 6,5                | +++ | +   | 6,5           |  |  |
| 7.                                                                 | +++ | -   | 7,0           | +++                                                                     | ++  | 7,0                | +++ | -                                                                       | 7,0           | +++ | +   | 7,0                | +++ | -   | 7,0           |  |  |
| 8.                                                                 | +++ | -   |               | +++                                                                     | ++  |                    | +++ | -                                                                       |               | +++ | ++  |                    | +++ | -   |               |  |  |
| 9.                                                                 | +++ | -   |               | +++                                                                     | ++  |                    | +++ | -                                                                       |               | +++ | ++  |                    | +++ | -   |               |  |  |
| 11.                                                                | +++ | -   |               | +++                                                                     | ++  |                    | +++ | -                                                                       |               | +++ | ++  |                    | +++ | -   |               |  |  |
| 12.                                                                | +++ | -   |               | +++                                                                     | +++ |                    | +++ | -                                                                       |               | +++ | ++  |                    | +++ | -   |               |  |  |
| 13.                                                                | +++ | -   |               | ++                                                                      | +++ |                    | +++ | -                                                                       |               | +++ | ++  |                    | +++ | -   |               |  |  |
| 14.                                                                | +++ | -   | 7,2           | ++                                                                      | +++ | 7,2                | +++ | -                                                                       | 7,2           | +++ | ++  | 7,2                | +++ | -   | 7,2           |  |  |
| 16.                                                                | +++ | -   |               | ++                                                                      | +++ |                    | +++ | -                                                                       |               | +++ | -   |                    | +++ | -   |               |  |  |
| 19.                                                                | +++ | -   |               | ++                                                                      | +++ |                    | +++ | -                                                                       |               | +++ | ++  |                    | +++ | -   |               |  |  |
| 21.                                                                | +++ | -   | 7,2           | ++                                                                      | +++ | 7,5                | +++ | -                                                                       | 7,2           | +++ | ++  | 7,5                | +++ | -   | 7,2           |  |  |
| 22.                                                                | +++ | -   |               | +                                                                       | +++ |                    | +++ | -                                                                       |               | +++ | +++ |                    | +++ | -   |               |  |  |
| 25.                                                                | +++ | -   |               | +                                                                       | +++ |                    | +++ | -                                                                       |               | +++ | +++ |                    | +++ | -   |               |  |  |
| 29.                                                                | +++ | -   |               | +                                                                       | +++ |                    | +++ | -                                                                       |               | +++ | +++ |                    | +++ | -   |               |  |  |
| 32.                                                                | +++ | -   |               | -                                                                       | +++ |                    | +++ | -                                                                       |               | +++ | +++ |                    | +++ | -   |               |  |  |
| 35.                                                                | +++ | -   | 7,0           | -                                                                       | +++ | 7,5                | +++ | -                                                                       | 7,0           | +++ | -   | 7,5                | +++ | -   | 7,0           |  |  |
| 49.                                                                | +++ | -   | 7,0           | -                                                                       | +++ | 7,2                | +++ | -                                                                       | 7,0           | +++ | -   | 7,2                | +++ | -   | 7,0           |  |  |
| 60.                                                                | +++ | -   | 7,0           | -                                                                       | +++ | 7,2                | +++ | -                                                                       | 7,0           | +++ | -   | 7,2                | +++ | -   | 7,0           |  |  |

| 3 Ösen Bact. aerogenes +<br>gleichzeitig<br>1 Öse Bac. mesentericus |     |     |               | 1 Öse Bact. aerogenes +<br>gleichzeitig<br>3 Ösen Bac. mesentericus |     |                     |     |     |                |     |     |     |
|---------------------------------------------------------------------|-----|-----|---------------|---------------------------------------------------------------------|-----|---------------------|-----|-----|----------------|-----|-----|-----|
| Nr. 7<br>18 - 20°C                                                  |     |     | Nr. 8<br>37°C |                                                                     |     | Nr. 13<br>18 - 20°C |     |     | Nr. 14<br>37°C |     |     |     |
| Tag                                                                 | aer | mes | pH            | aer                                                                 | mes | pH                  | aer | mes | pH             | aer | mes | pH  |
| 1.                                                                  | +++ | +   | 6,5           | +++                                                                 | +   | 6,5                 | +++ | +   | 6,5            | +++ | +   | 6,5 |
| 6.                                                                  | +++ | +   |               | +++                                                                 | +   |                     | +++ | +   |                | +++ | ++  |     |
| 7.                                                                  | +++ | -   | 7,0           | +++                                                                 | +   | 7,0                 | +++ | -   | 7,0            | +++ | ++  | 7,0 |
| 8.                                                                  | +++ | -   |               | +++                                                                 | ++  |                     | +++ | -   |                | +++ | ++  |     |
| 11.                                                                 | +++ | -   |               | +++                                                                 | ++  |                     | +++ | -   |                | +++ | +++ |     |
| 13.                                                                 | +++ | -   |               | +++                                                                 | +++ |                     | +++ | -   |                | +++ | +++ |     |
| 14.                                                                 | +++ | -   | 7,2           | ++                                                                  | +++ | 7,2                 | +++ | -   | 7,2            | ++  | +++ | 7,2 |
| 21.                                                                 | +++ | -   | 7,2           | ++                                                                  | +++ | 7,5                 | +++ | -   | 7,2            | +   | +++ | 7,5 |
| 25.                                                                 | +++ | -   |               | +                                                                   | +++ |                     | +++ | -   |                | -   | +++ |     |
| 32.                                                                 | +++ | -   |               | +                                                                   | +++ |                     | +++ | -   |                | -   | +++ |     |
| 34.                                                                 | +++ | -   |               | -                                                                   | +++ |                     | +++ | -   |                | -   | +++ |     |
| 35.                                                                 | +++ | -   | 7,0           | -                                                                   | +++ | 7,5                 | +++ | -   | 7,0            | -   | +++ | 7,5 |
| 49.                                                                 | +++ | -   | 7,0           | -                                                                   | +++ | 7,2                 | +++ | -   | 7,0            | -   | +++ | 7,2 |
| 60.                                                                 | +++ | -   | 7,0           | -                                                                   | +++ | 7,2                 | +++ | -   | 7,0            | -   | +++ | 7,2 |

|                                 |           |             |
|---------------------------------|-----------|-------------|
| Kontrollen: Bacterium aerogenes | 18 - 20°C | 60 Tag: +++ |
|                                 | 37°C      | 60 Tag: ++  |
| Bacillus mesentericus           | 18 - 20°C | 60 Tag: +++ |
|                                 | 37°C      |             |

Aus der Tabelle 16 ist ersichtlich, daß das *Bacterium aerogenes* in Mischkulturen mit *Bacillus mesentericus* bei Zimmertemperatur noch nach 60 Tagen lebensfähig ist. Bei Bratschranktemperatur (37°C) verringerte sich das Wachstum von *Bacterium aerogenes* langsam und war innerhalb von 29 - 35 Tagen nicht mehr nachweisbar. *Bacillus mesentericus* konnte in diesen Mischkulturen bei 18-20°C nach 7 Tagen nicht mehr aufgefunden werden. Die Menge der eingepfundenen Bazillen und die Zeit ihrer Vermehrung hatten auf den Versuchsablauf keinen Einfluß.



Bei Zimmertemperatur (18 - 20°C) wuchs die Bakterien nach anfänglich schwachem Wachstum ab dem 10. Tag sehr stark. Die Vermehrung der Bakterien und die Wirkung der Aerogenesbakterien bei Brutschranktemperatur waren von der vertrieften Keimzahl und der Zeit der Einimpfung abhängig.

Bei der Untersuchung des pH-Wertes warb sich eine vorübergehende schwache Versauerung (pH 7,0 bis 7,2) bei 18 - 20°C und 37°C (Vergl. Tabelle 1 und 2).

In den Kontrollen lebten beide Keimarten noch nach 60 Tagen in steriliertem Bachwasser bei 18 - 20°C und 37°C. (Vergleich Tabelle 1 und 2).

Abschließend wird festgestellt, daß die Lebensdauer von *Bacillus mesentericus* bei Zimmertemperatur und die von *Bacterium aerogenes* bei Brutschranktemperatur in den Mischkulturen in steriliertem Bachwasser kürzer war als in den Kontrollen.

Um zu prüfen, ob die Lebensfähigkeit der jeweils unterdrückten Keimart durch eine massive Verimpfung verlängert werden würde, wurde ein weiterer Mischkulturversuch durchgeführt. Analog dem vorhergehenden Versuch wurden die Platten 1, 3 und 5 mit Ösen einer Bouillonkultur von *Bacterium aerogenes* und Ösen einer Agarkulturabschwemmung von *Bacillus mesentericus* und die Nummern 2, 4 und 6 mit Ösen einer Agarkulturabschwemmung von *Bacterium aerogenes* und Ösen einer Bouillonkultur von *Bacillus mesentericus* beimpft. Die Ergebnisse dieser Untersuchungen wurden in der Tabelle 17 zusammengestellt.

Tabelle 17: Die Lebensdauer von *Bacterium aerogenes* (aer) und *Bacillus mesentericus* (mes) in steriliertem Bachwasser. (AnfangspH: 7,0)

| 1 Öse Bact.aerogenes +<br>gleichzeitig<br>1 Öse Bac.mesentericus |     |     |     | 1 Öse Bact.aerogenes +<br>24 Stunden später<br>1 Öse Bac.mesentericus |     |     |     | 1 Öse Bac.mesentericus +<br>24 Stunden später<br>1 Öse Bact.aerogenes |     |     |     |
|------------------------------------------------------------------|-----|-----|-----|-----------------------------------------------------------------------|-----|-----|-----|-----------------------------------------------------------------------|-----|-----|-----|
| Nr. 1<br>18 - 20°C                                               |     |     |     | Nr. 2<br>37°C                                                         |     |     |     | Nr. 3<br>18 - 20°C                                                    |     |     |     |
| Nr. 4<br>37°C                                                    |     |     |     | Nr. 5<br>18 - 20°C                                                    |     |     |     | Nr. 6<br>37°C                                                         |     |     |     |
| Tag                                                              | aer | mes | pH  | aer                                                                   | mes | pH  | aer | mes                                                                   | pH  | aer | mes |
| 1.                                                               | +++ | +   | 7,0 | +++                                                                   | +   | 7,0 | +++ | +                                                                     | 7,0 | +++ | +   |
| 2.                                                               | +++ | +   |     | +++                                                                   | ++  |     | +++ | +                                                                     |     | +++ | ++  |
| 3.                                                               | +++ | +   |     | +++                                                                   | ++  |     | +++ | ++                                                                    |     | +++ | ++  |
| 5.                                                               | +++ | +   |     | +++                                                                   | +++ |     | +++ | ++                                                                    |     | +++ | ++  |
| 7.                                                               | +++ | +   | 7,0 | +++                                                                   | +++ | 7,2 | +++ | +                                                                     | 7,0 | +++ | +++ |
| 12.                                                              | +++ | +   |     | +++                                                                   | +++ |     | +++ | +                                                                     |     | +++ | ++  |
| 14.                                                              | +++ | +   | 7,2 | +++                                                                   | +++ | 7,5 | +++ | +                                                                     | 7,2 | +++ | ++  |
| 30.                                                              | +++ | +   |     | +                                                                     | +++ |     | +++ | +                                                                     |     | +++ | ++  |
| 36.                                                              | +++ | +   |     | +                                                                     | +++ |     | +++ | +                                                                     |     | +++ | ++  |
| 39.                                                              | +++ | +   |     | +                                                                     | +++ |     | +++ | +                                                                     |     | +++ | ++  |
| 41.                                                              | +++ | +   |     | +                                                                     | +++ |     | +++ | +                                                                     |     | +++ | ++  |
| 42.                                                              | +++ | +   | 7,0 | +                                                                     | +++ | 7,5 | +++ | +                                                                     | 7,0 | +++ | ++  |
| 47.                                                              | +++ | -   |     | -                                                                     | +++ |     | +++ | +                                                                     |     | +++ | +   |
| 48.                                                              | +++ | -   |     | -                                                                     | +++ |     | +++ | +                                                                     |     | +++ | +   |
| 52.                                                              | +++ | -   | 7,0 | +                                                                     | +++ | 7,2 | +++ | +                                                                     | 7,0 | +++ | +   |
| 60.                                                              | +++ | -   | 7,0 | -                                                                     | +++ | 7,2 | +++ | +                                                                     | 7,0 | +++ | +   |

Kontrollen : *Bacterium aerogenes* 18 20°C 60. Tag: +++  
37°C 60. Tag: ++  
*Bacillus mesentericus* 18 - 20°C 60. Tag: +++  
37°C

Aus der Tabelle 17 sind ganz ähnliche Ergebnisse wie aus der Tabelle 16 abzulesen, da in den Mischkulturen bei Zimmertemperatur (Nr. 1, 3 und 5) wieder *Bacillus mesentericus* und bei 37°C (Nr. 2, 4 und 6) *Bacterium aerogenes* überlebte. Obwohl auch hier eine kürzere Lebensdauer der genannten Keime im Gegensatz zu der in den Kontrollen beobachtet wurde (vergl. Tabelle 1 und 2), hatte doch die massive Beimpfung des sterilierten Bachwassers mit der jeweils rascher absterbenden Keimart ihre längere Vermehrungsfähigkeit bewahrt. So wurde *Bacterium aerogenes* bei Brutschranktemperatur erst innerhalb von



39 - 48 Tagen, und *Bacillus mesentericus* bei 18 - 20°C erst nach 4 - 52 Tagen im sterilisierten Bachwasser nicht mehr aufgefunden.

Ebenso wie bei den vorhergehenden Untersuchungen lebten aber die *Aerogenes* Bakterien bei Zimmertemperatur noch nach 60 Tagen und bei 37°C die Bazillen.

Eine Abhängigkeit der Lebensdauer von der Einimpfungszeit konnte bei Zimmer- und Brutschranktemperatur erkannt werden, weil die Keime eher eingingen, wenn sie zur Reinfektion dienten, und umgekehrt bei Erstverimpfung in das Bachwasser am längsten lebten.

Die pH-Werte unterschieden sich von denen des vorhergehenden Versuches nur unwesentlich.

Die Ergebnisse der Mischkulturversuche *Bacterium aerogenes*/*Bacillus mycoides* und *Bacterium aerogenes*/*Bacillus subtilis* wurden in der Tabelle 18 zusammenge stellt.

Tabelle 18: Die Lebensdauer von *Bacterium aerogenes* (aer) und *Bacillus mycoides* (myc) und von *Bacterium aerogenes* (aer) und *Bacillus subtilis* (sub) in sterilisiertem Bachwasser. (Anfangs-pH: 6,8).

| 1 Ose Bact. aerogenes +<br>gleichzeitig<br>1 Ose Bac. mycoides |            |               |            | 1 Ose Bact. aerogenes +<br>24 Stunden später<br>1 Ose Bac. mycoides |            |               |            | 1 Ose Bac. mycoides +<br>24 Stunden später<br>1 Ose Bact. aerogenes |            |               |            |
|----------------------------------------------------------------|------------|---------------|------------|---------------------------------------------------------------------|------------|---------------|------------|---------------------------------------------------------------------|------------|---------------|------------|
| Nr. 1<br>18 - 20°C                                             |            | Nr. 2<br>37°C |            | Nr. 3<br>18 - 20°C                                                  |            | Nr. 4<br>37°C |            | Nr. 5<br>18 - 20°C                                                  |            | Nr. 6<br>37°C |            |
| Tag                                                            | aer myc pH | aer myc pH    | aer myc pH | aer myc pH                                                          | aer myc pH | aer myc pH    | aer myc pH | aer myc pH                                                          | aer myc pH | aer myc pH    | aer myc pH |
| 1.                                                             | +++ ++ 6,8 | +++ +++ 6,8   | +++ ++ 6,8 | +++ +++ 6,8                                                         | +++ ++ 6,8 | +++ ++ 6,8    | +++ ++ 6,8 | +++ ++ 6,8                                                          | +++ ++ 6,8 | +++ ++ 6,8    | +++ ++ 6,8 |
| 7.                                                             | +++ ++ 7,0 | +++ +++ 7,2   | +++ ++ 7,0 | +++ +++ 7,2                                                         | +++ ++ 7,0 | +++ +++ 7,2   | +++ ++ 7,0 | +++ ++ 7,0                                                          | +++ ++ 7,0 | +++ ++ 7,2    | +++ ++ 7,2 |
| 19.                                                            | +++ ++     | +++ +++       | +++ ++     | +++ +++                                                             | +++ ++     | +++ +++       | +++ ++     | +++ ++                                                              | +++ ++     | +++ ++        | +++ ++     |
| 21.                                                            | +++ ++ 7,0 | +++ +++ 7,5   | +++ ++ 7,0 | +++ +++ 7,5                                                         | +++ ++ 7,0 | +++ +++ 7,5   | +++ ++ 7,0 | +++ ++ 7,0                                                          | +++ ++ 7,0 | +++ ++ 7,5    | +++ ++ 7,5 |
| 24.                                                            | +++ ++     | +++ +++       | +++ ++     | +++ +++                                                             | +++ ++     | +++ +++       | +++ ++     | +++ ++                                                              | +++ ++     | +++ ++        | +++ ++     |
| 27.                                                            | +++ ++     | +++ +++       | +++ ++     | +++ +++                                                             | +++ ++     | +++ +++       | +++ ++     | +++ ++                                                              | +++ ++     | +++ ++        | +++ ++     |
| 42.                                                            | +++ ++ 6,8 | +++ +++ 7,2   | +++ ++ 6,8 | +++ +++ 7,2                                                         | +++ ++ 6,8 | +++ +++ 7,2   | +++ ++ 6,8 | +++ ++ 6,8                                                          | +++ ++ 6,8 | +++ ++ 7,2    | +++ ++ 7,2 |
| 56.                                                            | +++ ++ 6,8 | +++ +++ 7,2   | +++ ++ 6,8 | +++ +++ 7,2                                                         | +++ ++ 6,8 | +++ +++ 7,2   | +++ ++ 6,8 | +++ ++ 6,8                                                          | +++ ++ 6,8 | +++ ++ 7,2    | +++ ++ 7,2 |
| 1 Ose Bact. aerogenes +<br>gleichzeitig<br>1 Ose Bac. subtilis |            |               |            | 1 Ose Bact. aerogenes +<br>24 Stunden später<br>1 Ose Bac. subtilis |            |               |            | 1 Ose Bac. subtilis +<br>24 Stunden später<br>1 Ose Bact. aerogenes |            |               |            |
| Nr. 1<br>18 - 20°C                                             |            | Nr. 2<br>37°C |            | Nr. 3<br>18 - 20°C                                                  |            | Nr. 4<br>37°C |            | Nr. 5<br>18 - 20°C                                                  |            | Nr. 6<br>37°C |            |
| Tag                                                            | aer sub pH | aer sub pH    | aer sub pH | aer sub pH                                                          | aer sub pH | aer sub pH    | aer sub pH | aer sub pH                                                          | aer sub pH | aer sub pH    | aer sub pH |
| 1.                                                             | +++ ++ 6,8 | +++ +++ 6,8   | +++ ++ 6,8 | +++ +++ 6,8                                                         | +++ ++ 6,8 | +++ +++ 6,8   | +++ ++ 6,8 | +++ ++ 6,8                                                          | +++ ++ 6,8 | +++ ++ 6,8    | +++ ++ 6,8 |
| 7.                                                             | +++ ++ 7,0 | +++ +++ 7,2   | +++ ++ 7,0 | +++ +++ 7,2                                                         | +++ ++ 7,0 | +++ +++ 7,2   | +++ ++ 7,0 | +++ ++ 7,0                                                          | +++ ++ 7,0 | +++ ++ 7,2    | +++ ++ 7,2 |
| 10.                                                            | +++ ++     | +++ +++       | +++ ++     | +++ +++                                                             | +++ ++     | +++ +++       | +++ ++     | +++ ++                                                              | +++ ++     | +++ ++        | +++ ++     |
| 12.                                                            | +++ ++     | +++ +++       | +++ ++     | +++ +++                                                             | +++ ++     | +++ +++       | +++ ++     | +++ ++                                                              | +++ ++     | +++ ++        | +++ ++     |
| 14.                                                            | +++ ++ 7,2 | +++ +++ 7,5   | +++ ++ 7,2 | +++ +++ 7,5                                                         | +++ ++ 7,2 | +++ +++ 7,5   | +++ ++ 7,2 | +++ ++ 7,2                                                          | +++ ++ 7,2 | +++ ++ 7,5    | +++ ++ 7,5 |
| 15.                                                            | +++ ++     | +++ +++       | +++ ++     | +++ +++                                                             | +++ ++     | +++ +++       | +++ ++     | +++ ++                                                              | +++ ++     | +++ ++        | +++ ++     |
| 31.                                                            | +++ ++     | +++ +++       | +++ ++     | +++ +++                                                             | +++ ++     | +++ +++       | +++ ++     | +++ ++                                                              | +++ ++     | +++ ++        | +++ ++     |
| 35.                                                            | +++ ++ 7,0 | +++ +++ 7,5   | +++ ++ 7,0 | +++ +++ 7,5                                                         | +++ ++ 7,0 | +++ +++ 7,5   | +++ ++ 7,0 | +++ ++ 7,0                                                          | +++ ++ 7,0 | +++ ++ 7,5    | +++ ++ 7,5 |
| 37.                                                            | +++ ++     | +++ +++       | +++ ++     | +++ +++                                                             | +++ ++     | +++ +++       | +++ ++     | +++ ++                                                              | +++ ++     | +++ ++        | +++ ++     |
| 38.                                                            | +++ ++     | +++ +++       | +++ ++     | +++ +++                                                             | +++ ++     | +++ +++       | +++ ++     | +++ ++                                                              | +++ ++     | +++ ++        | +++ ++     |
| 41.                                                            | +++ ++     | +++ +++       | +++ ++     | +++ +++                                                             | +++ ++     | +++ +++       | +++ ++     | +++ ++                                                              | +++ ++     | +++ ++        | +++ ++     |
| 46.                                                            | +++ ++     | +++ +++       | +++ ++     | +++ +++                                                             | +++ ++     | +++ +++       | +++ ++     | +++ ++                                                              | +++ ++     | +++ ++        | +++ ++     |
| 56.                                                            | +++ ++ 7,0 | +++ +++ 7,2   | +++ ++ 7,0 | +++ +++ 7,2                                                         | +++ ++ 7,0 | +++ +++ 7,2   | +++ ++ 7,0 | +++ ++ 7,0                                                          | +++ ++ 7,0 | +++ ++ 7,2    | +++ ++ 7,2 |

Kontrollen: *Bacterium aerogenes*

18 - 20°C  
37°C

56. Tag: +++  
56. Tag: ++

*Bacillus mycoides*

18 - 20°C  
37°C

56. Tag: ++  
56. Tag: +++

*Bacillus subtilis*

18 - 20°C  
37°C

56. Tag: +++



Das Verhalten des in Versuch 10a) beschriebenen Mischkultur aus *Bacillus subtilis* und *Bacterium aerogenes* in sterilisiertem Bachwasser bei einer Temperatur von 18 - 20°C und 37°C wurde noch nach 35 Tagen kontrolliert. Es ergab sich, dass die Vermehrung der Bakterien in der Kontrolle (vergl. auch Tabelle 1 und 2) anderte sich das Verhalten der Mischkultur nicht.

In den Mischkulturen waren bei 18 - 20°C - Werte bis 7,5 gemessen, während bei 37°C der pH-Wert nicht über 7,0 gemessen wurde.

*Bacterium aerogenes* und *Bacillus subtilis* verhielten sich in den Mischkulturen bei 18 - 20°C noch nach 35 Tagen. Dabei waren die aerogenen Bakterien sehr stark, die *Bacillus subtilis* nur schwach.

Bei 37°C nahm *Bacterium aerogenes* langsam ab. Nach 35 - 40 Tagen war es in den lebensfähigen aerogenen Bakterien sehr aus der Kultur isoliert worden, während *Bacillus subtilis* noch nach 35 Tagen reichlich auftrat.

Somit wurde bei Frostschranktemperatur eine kürzere Lebensdauer von *Bacterium aerogenes* verzeichnet als in der Kontrolle (vergl. auch Tabelle 1), wo es als 56 Tage am Leben blieb.

Die unterschiedliche Einimpfungszeit wirkte sich dahingehend aus, daß *Bacterium aerogenes* bei gleichzeitiger Verimpfung mit *Bacillus subtilis* nicht so rasch an Zahl verlor wie bei einer Erstimpfung des sterilisierten Bachwassers mit *Bacillus*, und es war am längsten lebensfähig, wenn es dem Bachwasser zuerst zugesetzt wurde.

Bei der Bestimmung des pH-Wertes ergab sich eine vorübergehende Versauerung (pH 7,2 bei 18 - 20°C und pH 7,5 bei 37°C).

In weiteren Versuchen wurde das Verhalten von *Bacterium aerogenes* gegenüber Mikrokokken in sterilisiertem Bachwasser geprüft. Zu diesen Versuchen wurden neben den Mischkulturen Nr. 1 - 6 noch weitere 4 (Nr. 7, 8, 9 und 14) angelegt.

#### *Bacterium aerogenes* und *Micrococcus albus haemolyticus*.

Die Ergebnisse dieser Mischkulturversuche wurden in der Tabelle 19 zusammengefaßt.

Tabelle 19 : Die Lebensdauer von *Bacterium aerogenes* (aer) und *Micrococcus albus haemolyticus* (alb) in sterilisiertem Bachwasser. (Anfangs-pH: 6,5)

| Öse Bact. aerogenes +<br>gleichzeitig<br>Öse Micro. albus haem. |             |               |            | Öse Bact. aerogenes +<br>24 Stunden später<br>Öse Micro. albus haem. |            |               |            | Öse Micro. albus haem. +<br>24 Stunden später<br>Öse Bact. aerogenes |            |               |            |
|-----------------------------------------------------------------|-------------|---------------|------------|----------------------------------------------------------------------|------------|---------------|------------|----------------------------------------------------------------------|------------|---------------|------------|
| Nr. 1<br>18 - 20°C                                              |             | Nr. 2<br>37°C |            | Nr. 3<br>18 - 20°C                                                   |            | Nr. 4<br>37°C |            | Nr. 5<br>18 - 20°C                                                   |            | Nr. 6<br>37°C |            |
| Tag                                                             | aer alb pH  | aer alb pH    | aer alb pH | aer alb pH                                                           | aer alb pH | aer alb pH    | aer alb pH | aer alb pH                                                           | aer alb pH | aer alb pH    | aer alb pH |
| 1.                                                              | +++ +++ 6,5 | +++ +++ 6,5   | +++ ++ 6,5 | +++ ++ 6,5                                                           | +++ ++ 6,5 | +++ ++ 6,5    | +++ ++ 6,5 | +++ ++ 6,5                                                           | +++ ++ 6,5 | +++ ++ 6,5    | +++ ++ 6,5 |
| 2.                                                              | +++ +++     | +++ ++        | +++ ++     | +++ ++                                                               | +++ ++     | +++ ++        | +++ ++     | +++ ++                                                               | +++ ++     | +++ ++        | +++ ++     |
| 3.                                                              | +++ ++      | +++ ++        | +++ ++     | +++ ++                                                               | +++ ++     | +++ ++        | +++ ++     | +++ ++                                                               | +++ ++     | +++ ++        | +++ ++     |
| 4.                                                              | +++ ++      | +++ ++        | +++ ++     | +++ ++                                                               | +++ ++     | +++ ++        | +++ ++     | +++ ++                                                               | +++ ++     | +++ ++        | +++ ++     |
| 5.                                                              | +++ +       | +++ +         | +++ +      | +++ +                                                                | +++ +      | +++ +         | +++ +      | +++ +                                                                | +++ +      | +++ +         | +++ +      |
| 6.                                                              | +++ + 6,8   | +++ + 6,8     | +++ + 6,8  | +++ + 6,8                                                            | +++ + 6,8  | +++ + 6,8     | +++ + 6,8  | +++ + 6,8                                                            | +++ + 6,8  | +++ + 6,8     | +++ + 6,8  |
| 10.                                                             | +++ +       | +++ +         | +++ +      | +++ +                                                                | +++ +      | +++ +         | +++ +      | +++ +                                                                | +++ +      | +++ +         | +++ +      |
| 14.                                                             | +++ -       | +++ - 7,0     | +++ -      | +++ -                                                                | +++ -      | +++ -         | +++ -      | +++ -                                                                | +++ -      | +++ -         | +++ -      |
| 18.                                                             | +++ -       | +++ -         | +++ -      | +++ -                                                                | +++ -      | +++ -         | +++ -      | +++ -                                                                | +++ -      | +++ -         | +++ -      |
| 21.                                                             | +++ - 7,0   | +++ - 7,2     | +++ - 7,0  | +++ - 7,2                                                            | +++ - 7,0  | +++ - 7,2     | +++ - 7,2  | +++ - 7,0                                                            | +++ - 7,2  | +++ - 7,0     | +++ - 7,2  |
| 35.                                                             | +++ - 7,2   | +++ - 7,5     | +++ - 7,2  | +++ - 7,5                                                            | +++ - 7,2  | +++ - 7,5     | +++ - 7,5  | +++ - 7,2                                                            | +++ - 7,5  | +++ - 7,2     | +++ - 7,5  |
| 56.                                                             | +++ - 7,2   | +++ - 7,5     | +++ - 7,2  | +++ - 7,5                                                            | +++ - 7,2  | +++ - 7,5     | +++ - 7,5  | +++ - 7,2                                                            | +++ - 7,5  | +++ - 7,2     | +++ - 7,5  |



| 3 Ösen Bact.aerogenes +<br>gleichzeitig<br>1 Öse Micr.albus haem. |     |     |     |               |        | 1 Öse Bact. aerogenes +<br>gleichzeitig<br>3 Ösen Micr.albus haem. |     |     |     |                |     |
|-------------------------------------------------------------------|-----|-----|-----|---------------|--------|--------------------------------------------------------------------|-----|-----|-----|----------------|-----|
| Nr. 7<br>18 - 20°C                                                |     |     |     | Nr. 8<br>37°C |        | Nr. 13<br>18 - 20°C                                                |     |     |     | Nr. 14<br>37°C |     |
| Tag                                                               | aer | alb | pH  | aer           | pH     | aer                                                                | alb | pH  | aer | alb            | pH  |
| 1.                                                                | +++ | ++  | 6,5 | +++           | ++ 6,5 | +++                                                                | +++ | 6,5 | +++ | +++            | 6,5 |
| 3.                                                                | +++ | ++  |     | +++           | ++     | +++                                                                | +++ |     | +++ | ++             |     |
| 4.                                                                | +++ | ++  |     | +++           | +      | +++                                                                | +++ |     | +++ | ++             |     |
| 5.                                                                | +++ | +   |     | +++           | -      | +++                                                                | +++ |     | +++ | +              |     |
| 6.                                                                | +++ | +   | 6,8 | +++           | - 6,8  | +++                                                                | +   | 6,8 | +++ | -              | 6,8 |
| 14.                                                               | +++ | -   |     | +++           | - 7,0  | +++                                                                | -   |     | +++ | -              | 7,0 |
| 21.                                                               | +++ | -   | 7,0 | +++           | - 7,2  | +++                                                                | -   | 7,0 | +++ | -              | 7,2 |
| 35.                                                               | +++ | -   | 7,2 | +++           | - 7,5  | +++                                                                | -   | 7,2 | +++ | -              | 7,5 |
| 56.                                                               | +++ | -   | 7,2 | +++           | - 7,5  | +++                                                                | -   | 7,2 | +++ | -              | 7,5 |

Kontrollen : *Bacterium aerogenes* 18 - 20°C 56. Tag: +++  
37°C 56. Tag: ++

*Micrococcus albus haemolyticus* 18 - 20°C 3. Tag: -  
37°C 2. Tag: -

Aus der Tabelle 19 ist ersichtlich, daß das *Bacterium aerogenes* in Mischkulturen mit *Micrococcus albus haemolyticus* in sterilisiertem Bachwasser bei Zimmertemperatur und Brutschranktemperatur noch nach 56 Tagen sehr stark wuchs.

Im Vergleich zu der Kontrolle (vergl. auch Tabelle 1) vermehrte sich *Bacterium aerogenes* auch bei 37°C sehr stark.

*Micrococcus albus haemolyticus* lebte in diesen Mischkulturen bei Temperaturen von 18 - 20°C 9 - 17 Tage, bei 37°C 4 - 9 Tage.

Die Einsimpfungszeit der Keime in das sterilisierte Bachwasser hatte einen deutlich erkennbaren Einfluß auf die Lebensdauer von *Micrococcus albus haemolyticus*. Die Menge der eingesetzten Keime wirkte sich nicht auf ihre Vermehrungsfähigkeit aus.

Die Ermittlung des pH - Wertes ergab eine schwache Alkalisierung in den Mischkulturen. Bis zum Absterben der Mikrokokken hatte er sich kaum verändert.

In den gleichzeitig angesetzten Kontrollen lebte *Micrococcus albus haemolyticus* bei Zimmertemperatur 2 Tage, bei Brutschranktemperatur einen Tag (vergl. auch Tabelle 3).

Demgegenüber wurde in den Mischkulturen mit *Bacterium aerogenes* in sterilisiertem Bachwasser eine Verlängerung der Lebensdauer von *Micrococcus albus haemolyticus* beobachtet.

Um festzustellen, wie sich *Bacterium aerogenes* in Mischkulturen mit großen Mengen von *Micrococcus albus haemolyticus* verhalten würde, wurde dieser Versuch unter Verwendung von Ösen einer Agarkulturabschwemmung von *Micrococcus albus haemolyticus* und Ösen einer Bouillonkultur von *Bacterium aerogenes* zur Beimischung des sterilisierten Bachwassers wiederholt. Es wurden jedoch nur die Mischkulturen Nr. 1 - 6 hergestellt, da sich im vorhergehenden Versuch ergab, daß die geringen Mengenunterschiede von 1 - 3 Ösen einer Bouillonkultur die Lebensdauer der Mikrokokken nicht beeinflusste.

Die Ergebnisse dieser Untersuchungen wurden in der Tabelle 20 zusammengefaßt.



Tabelle 20: Die Lebensdauer von *Bacterium aerogenes* (aer) und *Micrococcus albus haemolyticus* (aur) in sterilisiertem Bachwasser (aufangs-zeit 6.5).

| 1 Öse Bact. aerogenes + gleichzeitig |     |     |     | 1 Öse Bact. aerogenes + 24 Stunden später |     |     |     | 1 Öse Micro. aureus haem. 24 Stunden später |     |     |     |
|--------------------------------------|-----|-----|-----|-------------------------------------------|-----|-----|-----|---------------------------------------------|-----|-----|-----|
| 1 Öse Micro. aureus haem.            |     |     |     | 1 Öse Micro. aureus haem.                 |     |     |     | 1 Öse Bact. aerogenes                       |     |     |     |
| Nr. 1                                |     |     |     | Nr. 2                                     |     |     |     | Nr. 3                                       |     |     |     |
| 18 - 20°C                            |     |     |     | 37°C                                      |     |     |     | 18 - 20°C                                   |     |     |     |
| Tag                                  | aer | aur | ph  | aer                                       | aur | ph  | aer | aer                                         | aur | ph  | aer |
| 1.                                   | +++ | ++  | 6,5 | +++                                       | +   | 6,5 | +++ | +                                           | 6,5 | +++ | +   |
| 2.                                   | +++ | +   |     | +++                                       | +   |     | +++ | +                                           |     | +++ | +   |
| 3.                                   | +++ | +   |     | +++                                       | +   |     | +++ | +                                           |     | +++ | +   |
| 4.                                   | +++ | +   |     | +++                                       | +   |     | +++ | +                                           |     | +++ | +   |
| 7.                                   | +++ | -   | 6,8 | +++                                       | -   | 6,8 | +++ | -                                           | 6,8 | +++ | -   |
| 14.                                  | +++ | -   | 7,0 | +++                                       | -   | 7,0 | +++ | -                                           | 7,0 | +++ | -   |
| 21.                                  | +++ | -   | 7,2 | +++                                       | -   | 7,2 | +++ | -                                           | 7,2 | +++ | -   |
| 28.                                  | +++ | -   | 7,2 | +++                                       | -   | 7,2 | +++ | -                                           | 7,2 | +++ | -   |

Kontrollen: *Bacterium aerogenes*

18 - 20°C  
37°C

56. Tag: +++  
56. Tag: ++

*Micrococcus albus*  
*haemolyticus*

18 - 20°C  
37°C

8. Tag: -  
5. Tag: -

Wie aus der Tabelle 20 hervorgeht, gingen die 3 Proben auch bei sehr hoher Verdünnung in Anwesenheit von *Bacterium aerogenes* (aer) (s. auch Tabelle 3) in den Kontrollen in sterilisiertem Bachwasser (vergl. auch Tabelle 3) bei Zimmertemperatur (ca. 18 - 20°C) 14 - 21 Tage, bei 37°C 7 - 8 Tage. Ein Vergleich zwischen den Tabellen 19 und 20 läßt erkennen, daß *Micrococcus albus haemolyticus* bei gleicher Verdünnung mit *Bacterium aerogenes* in sterilisiertem Bachwasser ausserordentlich länger entwicklungsfähig war als bei einer Einimpfung durch einen Bouillonkultur. Bei 37°C wurde dieser Vorgang nicht so deutlich sichtbar. Ebenso wie im vorhergehenden Versuch richtete sich die Lebensdauer nach der Verdünnungszeit.

Das Wachstum von *Bacterium aerogenes* in den be. Zimmer- und Brutschranktemperatur aufbewahrten Röhren unterschied sich dadurch, daß es bei 18 - 20°C sehr gut, dagegen bei 37°C nur mittelstark war. Diese Differenz wurde auch nach 56 Tagen bei einer letzten Untersuchung festgestellt.

#### *Bacterium aerogenes* und *Micrococcus aureus haemolyticus*.

Die Ergebnisse dieser Mischkulturversuche in sterilisiertem Bachwasser werden in der Tabelle 21 zusammengefaßt.

Tabelle 21: Die Lebensdauer von *Bacterium aerogenes* (aer) und *Micrococcus aureus haemolyticus* (aur) in sterilisiertem Bachwasser (aufangs-zeit 6.5).

| 1 Öse Bact. aerogenes + gleichzeitig |     |     |     | 1 Öse Bact. aerogenes + 24 Stunden später |     |     |     | 1 Öse Micro. aureus haem. 24 Stunden später |     |     |     |
|--------------------------------------|-----|-----|-----|-------------------------------------------|-----|-----|-----|---------------------------------------------|-----|-----|-----|
| 1 Öse Micro. aureus haem.            |     |     |     | 1 Öse Micro. aureus haem.                 |     |     |     | 1 Öse Bact. aerogenes                       |     |     |     |
| Nr. 1                                |     |     |     | Nr. 2                                     |     |     |     | Nr. 3                                       |     |     |     |
| 18 - 20°C                            |     |     |     | 37°C                                      |     |     |     | 18 - 20°C                                   |     |     |     |
| Tag                                  | aer | aur | ph  | aer                                       | aur | ph  | aer | aer                                         | aur | ph  | aer |
| 1.                                   | +++ | +   | 6,5 | +++                                       | +   | 6,5 | +++ | +                                           | 6,5 | +++ | +   |
| 2.                                   | +++ | +   |     | +++                                       | +   |     | +++ | +                                           |     | +++ | +   |
| 3.                                   | +++ | +   |     | +++                                       | +   |     | +++ | +                                           |     | +++ | +   |
| 4.                                   | +++ | +   |     | +++                                       | +   |     | +++ | +                                           |     | +++ | +   |
| 7.                                   | +++ | -   | 6,8 | +++                                       | -   | 6,8 | +++ | -                                           | 6,8 | +++ | -   |
| 14.                                  | +++ | -   | 7,0 | +++                                       | -   | 7,0 | +++ | -                                           | 7,0 | +++ | -   |
| 21.                                  | +++ | -   | 7,2 | +++                                       | -   | 7,2 | +++ | -                                           | 7,2 | +++ | -   |
| 28.                                  | +++ | -   | 7,2 | +++                                       | -   | 7,2 | +++ | -                                           | 7,2 | +++ | -   |



Fortsetzung der Tabelle 21

| 3 Ösen Bact.aerogenes +<br>gleichzeitig<br>1 Öse Micr.aureus haem. |     |     |               |     |     | 1 Öse Bact.aerogenes +<br>gleichzeitig<br>3 Ösen Micr.aureus haem. |     |     |                |     |     |     |
|--------------------------------------------------------------------|-----|-----|---------------|-----|-----|--------------------------------------------------------------------|-----|-----|----------------|-----|-----|-----|
| Nr. 7<br>18 - 20°C                                                 |     |     | Nr. 8<br>37°C |     |     | Nr. 13<br>18 - 20°C                                                |     |     | Nr. 14<br>37°C |     |     |     |
| Tag                                                                | aer | aur | pH            | aer | aur | pH                                                                 | aer | aur | pH             | aer | aur | pH  |
| 1.                                                                 | +++ | ++  | 6,5           | +++ | +   | 6,5                                                                | +++ | ++  | 6,5            | +++ | +   | 6,5 |
| 2.                                                                 | +++ | +   |               | +++ | +   |                                                                    | +++ | +   |                | +++ | +   |     |
| 3.                                                                 | +++ | +   |               | +++ | +   |                                                                    | +++ | +   |                | +++ | -   |     |
| 4.                                                                 | +++ | -   |               | +++ | -   |                                                                    | +++ | +   |                | +++ | -   |     |
| 6.                                                                 | +++ | -   | 6,8           | +++ | -   | 6,8                                                                | +++ | -   | 6,8            | +++ | -   | 6,8 |
| 14.                                                                | +++ | -   |               | +++ | -   | 7,0                                                                | +++ | -   |                | +++ | -   | 7,0 |
| 21.                                                                | +++ | -   | 7,0           | +++ | -   | 7,2                                                                | +++ | -   | 7,0            | +++ | -   | 7,2 |
| 35.                                                                | +++ | -   | 7,2           | +++ | -   | 7,5                                                                | +++ | -   | 7,2            | +++ | -   | 7,5 |
| 56.                                                                | +++ | -   | 7,2           | +++ | -   | 7,5                                                                | +++ | -   | 7,2            | +++ | -   | 7,5 |

Kontrollen: Bacterium aerogenes 18 - 20°C 56. Tag: +++  
37°C 56. Tag: ++  
Micrococcus aureus 18 - 20°C 4. Tag: -  
haemolyticus 37°C 3. Tag: -

Aus der Tabelle 21 ist zu entnehmen, daß das Bacterium aerogenes in Mischkulturen mit Micrococcus aureus haemolyticus bei Temperaturen von 18 - 20°C und 37°C noch nach 56 Tagen in sterilisiertem Bachwasser sehr stark wuchs. In der Kontrolle vermehrte es sich dagegen bei Brutschranktemperatur nur mittelstark (vergl. Tabelle 1). Micrococcus aureus haemolyticus konnte in den Mischkulturen bei Zimmertemperatur nach 4 - 7 Tagen, bei 37°C nach 3 - 4 Tagen nicht mehr nachgewiesen werden. Die verimpfte Bakterienmenge und die Zeit der Einimpfung in das sterilisierte Bachwasser hatten geringen Einfluß auf die Lebensfähigkeit der Mikrokokken. Bis zum Untergang der Mikrokokken hatte sich der pH-Wert kaum geändert. Erst später wurde eine schwache Alkalisierung (pH 7,2 bei 18 - 20°C und pH 7,5 bei 37°C) verzeichnet. Die Lebensdauer von Micrococcus aureus haemolyticus betrug in den Kontrollen bei Zimmertemperatur 3 Tage, bei Brutschranktemperatur 2 Tage (vergl. Tabelle 3). In den Mischkulturen in sterilisiertem Bachwasser mit Bacterium aerogenes lebte Micrococcus aureus haemolyticus also ebenso lange oder länger als in den Kontrollen.

Zur Feststellung des Verhaltens von Bacterium aerogenes gegenüber einer sehr großen Anzahl von Micrococcus aureus haemolyticus in sterilisiertem Bachwasser wurden nur die Mischkulturen Nr. 1 - 6 angelegt und mit Ösen einer Agarkulturabschwemmung von Micrococcus aureus haemolyticus und Ösen einer Bouillonkultur von Bacterium aerogenes beimpft. Die Versuchsergebnisse wurden in der Tabelle 22 zusammengefaßt.

Tabelle 22: Die Lebensdauer von Bacterium aerogenes (aer) und Micrococcus aureus haemolyticus (aur) in sterilisiertem Bachwasser. (Anfangs-pH: 7,0).

| 1 Öse Bact.aerogenes +<br>gleichzeitig<br>1 Öse Micr.aureus haem. |     |     |     |               |     | 1 Öse Bact.aerogenes +<br>24 Stunden später<br>1 Öse Micr.aureus haem. |     |                    |     |     |     | 1 Öse Micr.aureus haem. +<br>24 Stunden später<br>1 Öse Bact.aerogenes |     |     |     |                    |     |     |     |               |     |  |  |
|-------------------------------------------------------------------|-----|-----|-----|---------------|-----|------------------------------------------------------------------------|-----|--------------------|-----|-----|-----|------------------------------------------------------------------------|-----|-----|-----|--------------------|-----|-----|-----|---------------|-----|--|--|
| Nr. 1<br>18 - 20°C                                                |     |     |     | Nr. 2<br>37°C |     |                                                                        |     | Nr. 3<br>18 - 20°C |     |     |     | Nr. 4<br>37°C                                                          |     |     |     | Nr. 5<br>18 - 20°C |     |     |     | Nr. 6<br>37°C |     |  |  |
| Tag                                                               | aer | aur | pH  | aer           | aur | pH                                                                     | aer | aur                | pH  | aer | aur | pH                                                                     | aer | aur | pH  | aer                | aur | pH  | aer | aur           | pH  |  |  |
| 1.                                                                | +++ | ++  | 7,0 | ++            | +   | 7,0                                                                    | +++ | ++                 | 7,0 | ++  | +   | 7,0                                                                    | +++ | +++ | 7,0 | ++                 | ++  | 7,0 | ++  | ++            | 7,0 |  |  |
| 3.                                                                | +++ | ++  |     | ++            | +   |                                                                        | +++ | ++                 |     | ++  | +   |                                                                        | +++ | +++ |     | ++                 | +   |     | ++  | +             |     |  |  |
| 4.                                                                | +++ | ++  |     | ++            | +   |                                                                        | +++ | ++                 |     | ++  | +   |                                                                        | +++ | ++  |     | ++                 | +   |     | ++  | +             |     |  |  |
| 7.                                                                | +++ | ++  | 7,0 | ++            | +   | 7,0                                                                    | +++ | ++                 | 7,0 | ++  | -   | 7,0                                                                    | +++ | ++  | 7,0 | ++                 | +   | 7,0 | ++  | +             | 7,0 |  |  |
| 8.                                                                | +++ | ++  |     | ++            | -   |                                                                        | +++ | +                  |     | ++  | -   |                                                                        | +++ | ++  |     | ++                 | -   |     | ++  | -             |     |  |  |
| 9.                                                                | +++ | +   |     | ++            | -   |                                                                        | +++ | +                  |     | ++  | -   |                                                                        | +++ | ++  |     | ++                 | -   |     | ++  | -             |     |  |  |
| 10.                                                               | +++ | +   |     | ++            | -   |                                                                        | +++ | +                  |     | ++  | -   |                                                                        | +++ | ++  |     | ++                 | -   |     | ++  | -             |     |  |  |
| 12.                                                               | +++ | +   |     | ++            | -   |                                                                        | +++ | +                  |     | ++  | -   |                                                                        | +++ | +   |     | ++                 | -   |     | ++  | -             |     |  |  |
| 14.                                                               | +++ | +   | 7,0 | ++            | -   | 7,2                                                                    | +++ | +                  | 7,0 | ++  | -   | 7,2                                                                    | +++ | -   | 7,0 | ++                 | -   | 7,2 | ++  | -             | 7,2 |  |  |
| 21.                                                               | +++ | +   | 7,2 | ++            | -   | 7,5                                                                    | +++ | -                  | 7,2 | ++  | -   | 7,5                                                                    | +++ | +   | 7,2 | ++                 | -   | 7,5 | ++  | -             | 7,5 |  |  |
| 22.                                                               | +++ | -   |     | ++            | -   |                                                                        | +++ | -                  |     | ++  | -   |                                                                        | +++ | +   |     | ++                 | -   |     | ++  | -             |     |  |  |
| 24.                                                               | +++ | -   | 7,2 | ++            | -   | 7,5                                                                    | +++ | -                  | 7,2 | ++  | -   | 7,5                                                                    | +++ | -   | 7,2 | ++                 | -   | 7,5 | ++  | -             | 7,5 |  |  |
| 56.                                                               | +++ | -   | 7,2 | ++            | -   | 7,5                                                                    | +++ | +                  | 7,2 | ++  | -   | 7,5                                                                    | +++ | -   | 7,2 | ++                 | -   | 7,5 | ++  | -             | 7,5 |  |  |



Kontrollen:

Bacterium aerogenes

18 - 20°C

56. Tag: ++

37°C

56. Tag: ++

18 - 20°C

21. Tag: -

37°C

6. Tag: -

Wie aus der Tabelle 22 zu ersehen ist, verhielt sich das Bacterium aerogenes 1 im Mischkulturen mit dem 20 Tagen später der Mischkultur in der Kontrollen (Nr. 1, 2, 3, 4, 5, 6) kein Unterschied beobachtet werden.

Das Bacterium aerogenes verhielt sich wie bei dem ersten Versuch ab. Bei Zimmertemperatur waren die Vermehrungszeiten zwischen 21 - 24 Tagen, bei Kühlschranktemperatur zwischen 7 - 10 Tagen. Auch mit Micrococcus aureus haemolyticus bewachsen, wies sich aber, daß die massive Verimpfung eine längere Lebensfähigkeit der Kulturen. Die mikrobiologische Wachstumsgeschwindigkeit der Kulturen wies wieder auf die Lebensdauer der Mikrokokken aus. Die letzten 24 Stunden, wenn sie zuerst in das sterilisierte Backwasser gebracht wurden (Nr. 3 und 6) und gingen dann gleichzeitig der Verimpfung mit Bacterium aerogenes (Nr. 1 und 2) nicht so rasch zugrunde als wenn sie 24 Stunden schon diesem verimpft worden waren (Nr. 3 und 6). Bei der Ermittlung des pH-Wertes ergab sich eine allmähliche schwache Alkalisierung (bis pH 7,2 bei 18 - 20°C und pH 7,5 bei 37°C). Beim Absterben der Mikrokokken wurde bei Zimmertemperatur ein pH-Wert von 7,2, bei Kühlschranktemperatur der Neutralpunkt gemessen.

In den Kontrollen (vergl. Tabelle 3) lebten die Mikrokokken bei Temperaturen von 18 - 20°C 20 Tage, bei 37°C 5 Tage.

Übereinstimmend mit den Ergebnissen des vorhergehenden Versuches konnte also in den Mischkulturen mit Bacterium aerogenes in sterilisiertem Backwasser häufig eine geringe Verlingerung der Verkeimungsfähigkeit von Micrococcus aureus haemolyticus festgestellt werden.

#### Bacterium aerogenes und Sarcina lutea

Für die Mischkulturversuche Bacterium aerogenes/Sarcina lutea in sterilisiertem Backwasser wurden außer den Kulturen Nr. 1 - 6 zusätzlich noch die Nr. 7, 8, 13 u. 14 angesetzt. Die Ergebnisse dieser Versuche wurden in der Tabelle 23 zusammengefaßt.

Tabelle 23: Die Lebensdauer von Bacterium aerogenes (aer) und Sarcina lutea (sar) in sterilisiertem Backwasser. (Anfangs-pH: 6,5).

| 1 Ose Bact. aerogenes +<br>gleichzeitig<br>1 Ose Sarcina lutea  |            |               |            | 1 Ose Bact. aerogenes +<br>24 Stunden später<br>1 Ose Sarcina lutea |            |                |            | 1 Ose Sarcina lutea<br>24 Stunden später<br>1 Ose Bact. aerogenes |            |               |            |
|-----------------------------------------------------------------|------------|---------------|------------|---------------------------------------------------------------------|------------|----------------|------------|-------------------------------------------------------------------|------------|---------------|------------|
| Nr. 1<br>18 - 20°C                                              |            | Nr. 2<br>37°C |            | Nr. 3<br>18 - 20°C                                                  |            | Nr. 4<br>37°C  |            | Nr. 5<br>18 - 20°C                                                |            | Nr. 6<br>37°C |            |
| Tag                                                             | aer sar pH | aer sar pH    | aer sar pH | aer sar pH                                                          | aer sar pH | aer sar pH     | aer sar pH | aer sar pH                                                        | aer sar pH | aer sar pH    | aer sar pH |
| 1.                                                              | +++ + 6,5  | +++ + 6,5     | +++ + 6,5  | +++ + 6,5                                                           | +++ + 6,5  | +++ + 6,5      | +++ + 6,5  | +++ + 6,5                                                         | +++ + 6,5  | +++ + 6,5     | +++ + 6,5  |
| 3.                                                              | +++ + 6,5  | +++ + 6,5     | +++ + 6,5  | +++ + 6,5                                                           | +++ + 6,5  | +++ + 6,5      | +++ + 6,5  | +++ + 6,5                                                         | +++ + 6,5  | +++ + 6,5     | +++ + 6,5  |
| 7.                                                              | +++ + 6,8  | +++ + 7,0     | +++ + 6,8  | +++ + 6,8                                                           | +++ + 6,8  | +++ + 6,8      | +++ + 6,8  | +++ + 6,8                                                         | +++ + 6,8  | +++ + 6,8     | +++ + 6,8  |
| 8.                                                              | +++ + 6,8  | +++ + 7,0     | +++ + 6,8  | +++ + 6,8                                                           | +++ + 6,8  | +++ + 6,8      | +++ + 6,8  | +++ + 6,8                                                         | +++ + 6,8  | +++ + 6,8     | +++ + 6,8  |
| 14.                                                             | +++ + 7,0  | +++ + 7,2     | +++ + 7,0  | +++ + 7,0                                                           | +++ + 7,0  | +++ + 7,0      | +++ + 7,0  | +++ + 7,0                                                         | +++ + 7,0  | +++ + 7,0     | +++ + 7,0  |
| 15.                                                             | +++ + 7,0  | +++ + 7,2     | +++ + 7,0  | +++ + 7,0                                                           | +++ + 7,0  | +++ + 7,0      | +++ + 7,0  | +++ + 7,0                                                         | +++ + 7,0  | +++ + 7,0     | +++ + 7,0  |
| 21.                                                             | +++ + 7,2  | +++ + 7,5     | +++ + 7,2  | +++ + 7,2                                                           | +++ + 7,2  | +++ + 7,2      | +++ + 7,2  | +++ + 7,2                                                         | +++ + 7,2  | +++ + 7,2     | +++ + 7,2  |
| 56.                                                             | +++ + 7,2  | +++ + 7,5     | +++ + 7,2  | +++ + 7,2                                                           | +++ + 7,2  | +++ + 7,2      | +++ + 7,2  | +++ + 7,2                                                         | +++ + 7,2  | +++ + 7,2     | +++ + 7,2  |
| 3 Osen Bact. aerogenes +<br>gleichzeitig<br>1 Ose Sarcina lutea |            |               |            | 1 Ose Bact. aerogenes +<br>gleichzeitig<br>3 Osen Sarcina lutea     |            |                |            |                                                                   |            |               |            |
| Nr. 7<br>18 - 20°C                                              |            | Nr. 8<br>37°C |            | Nr. 13<br>18 - 20°C                                                 |            | Nr. 14<br>37°C |            |                                                                   |            |               |            |
| Tag                                                             | aer sar pH | aer sar pH    | aer sar pH | aer sar pH                                                          | aer sar pH | aer sar pH     | aer sar pH |                                                                   |            |               |            |
| 1.                                                              | +++ + 6,5  | +++ + 6,5     | +++ + 6,5  | +++ + 6,5                                                           | +++ + 6,5  | +++ + 6,5      | +++ + 6,5  |                                                                   |            |               |            |
| 5.                                                              | +++ + 6,5  | +++ + 6,5     | +++ + 6,5  | +++ + 6,5                                                           | +++ + 6,5  | +++ + 6,5      | +++ + 6,5  |                                                                   |            |               |            |
| 7.                                                              | +++ + 6,8  | +++ + 7,0     | +++ + 6,8  | +++ + 6,8                                                           | +++ + 6,8  | +++ + 6,8      | +++ + 6,8  |                                                                   |            |               |            |
| 10.                                                             | +++ + 6,8  | +++ + 7,0     | +++ + 6,8  | +++ + 6,8                                                           | +++ + 6,8  | +++ + 6,8      | +++ + 6,8  |                                                                   |            |               |            |
| 14.                                                             | +++ + 7,0  | +++ + 7,2     | +++ + 7,0  | +++ + 7,0                                                           | +++ + 7,0  | +++ + 7,0      | +++ + 7,0  |                                                                   |            |               |            |
| 21.                                                             | +++ + 7,2  | +++ + 7,5     | +++ + 7,2  | +++ + 7,2                                                           | +++ + 7,2  | +++ + 7,2      | +++ + 7,2  |                                                                   |            |               |            |
| 56.                                                             | +++ + 7,2  | +++ + 7,5     | +++ + 7,2  | +++ + 7,2                                                           | +++ + 7,2  | +++ + 7,2      | +++ + 7,2  |                                                                   |            |               |            |



Kontrollen: *Bacterium aerogenes* 18 - 20°C 56. Tag:  
37°C 56. Tag:  
*Sarcina lutea* 18 - 20°C 3. Tag:  
37°C

Aus der Tabelle 23 geht hervor, daß das *Bacterium aerogenes* in Mischkulturen mit *Sarcina lutea* in sterilisiertem Bachwasser bei Zimmer- und Brutschranktemperatur noch nach 56 Tagen sehr stark wuchs. Im Vergleich zu der Kontrolle (vergl. Tabelle 23) vermehrte sich *Bacterium aerogenes* auch bei 37°C sehr gut.

*Sarcina lutea* konnte aus den Mischkulturen bei Zimmertemperatur 2 - 14 Tage lang isoliert werden, bei Brutschranktemperatur 2 - 7 Tage lang. Die Lebensdauer der Sarcinen richtete sich nach der verimpften Bakterienmenge und der Zeit ihrer Einimpfung. Eine Ausnahme bildeten die Ergebnisse der Mischkulturen Nr. 2 und 14. In diesen Kulturen lebte nämlich *Sarcina lutea* gleich lange, obwohl sie in verschiedenen großen Mengen verimpft war. Außerdem wurde eine Abhängigkeit der Lebensdauer von der Temperatur ermittelt. Bis auf die Kulturen Nr. 3 und 4 verschwanden die Sarcinen bei 37°C eher als bei 18 - 20°C.

Die pH-Werte stiegen in das schwach alkalische Gebiet an (pH 7,2 bei Zimmertemperatur und pH 7,5 bei Brutschranktemperatur). Bis zum Untergang der Sarcinen wurde höchstens der Neutralpunkt gemessen.

In den gleichzeitig angesetzten Kontrollen war *Sarcina lutea* bei 18 - 20°C und 37°C 2 Tage lebensfähig (vergl. auch Tabelle 3).

Es ergibt sich also, daß *Sarcina lutea* in Mischkulturen mit *Bacterium aerogenes* in sterilisiertem Bachwasser länger lebte als in den Kontrollen. Nur in einer schon 24 Stunden mit *Aerogenes*-bakterien bewachsenen Kultur wurde keine Verlängerung der Lebensdauer festgestellt. Gegenüber dem Wachstum in den Kontrollen wurde in den Mischkulturen mit *Bacterium aerogenes* nur ein geringes Sarcinenwachstum ermittelt.

Um zu prüfen, wie sich kleine Mengen von *Bacterium aerogenes* und sehr große Mengen von *Sarcina lutea* in sterilisiertem Bachwasser zueinander verhalten, wurden sechs Mischkulturen angesetzt, die mit Ösen einer Bouillonkultur von *Bacterium aerogenes* und Ösen einer Agarkulturabschwemmung von *Sarcina lutea* beimpft worden waren. In der Tabelle 24 wurden die Ergebnisse dieser Untersuchungen zusammengestellt.

Tabelle 24: Die Lebensdauer von *Bacterium aerogenes* (aer) und *Sarcina lutea* (sar) in sterilisiertem Bachwasser. (Anfangs-pH: 7,0).

| 1 Öse Bact.aerogenes +<br>gleichzeitig<br>1 Öse Sarcina lutea |     |     |     | 1 Öse Bact.aerogenes +<br>24 Stunden später<br>1 Öse Sarcina lutea |     |     |     | 1 Öse Sarcina lutea +<br>24 Stunden später<br>1 Öse Bact.aerogenes |     |     |     |               |     |     |     |                    |     |     |     |               |     |  |  |
|---------------------------------------------------------------|-----|-----|-----|--------------------------------------------------------------------|-----|-----|-----|--------------------------------------------------------------------|-----|-----|-----|---------------|-----|-----|-----|--------------------|-----|-----|-----|---------------|-----|--|--|
| Nr. 1<br>18 - 20°C                                            |     |     |     | Nr. 2<br>37°C                                                      |     |     |     | Nr. 3<br>18 - 20°C                                                 |     |     |     | Nr. 4<br>37°C |     |     |     | Nr. 5<br>18 - 20°C |     |     |     | Nr. 6<br>37°C |     |  |  |
| Tag                                                           | aer | sar | pH  | aer                                                                | sar | pH  | aer | sar                                                                | pH  | aer | sar | pH            | aer | sar | pH  | aer                | sar | pH  | aer | sar           | pH  |  |  |
| 1.                                                            | +++ | +++ | 7,0 | ++                                                                 | ++  | 7,0 | +++ | +++                                                                | 7,0 | ++  | +   | 7,0           | +++ | +++ | 7,0 | ++                 | ++  | 7,0 | +++ | +++           | 7,0 |  |  |
| 3.                                                            | +++ | +++ |     | ++                                                                 | +   |     | +++ | +++                                                                |     | ++  | +   |               | +++ | +++ |     | ++                 | ++  |     | +++ | +++           |     |  |  |
| 4.                                                            | +++ | +++ |     | ++                                                                 | +   |     | +++ | +++                                                                |     | ++  | +   |               | +++ | +++ |     | ++                 | +   |     | +++ | +++           |     |  |  |
| 5.                                                            | +++ | +++ |     | ++                                                                 | +   |     | +++ | +++                                                                |     | ++  | +   |               | +++ | +++ |     | ++                 | +   |     | +++ | +++           |     |  |  |
| 7.                                                            | +++ | +++ | 7,0 | ++                                                                 | +   | 7,2 | +++ | +++                                                                | 7,0 | ++  | +   | 7,2           | +++ | +++ | 7,0 | ++                 | +   | 7,2 | +++ | +++           | 7,0 |  |  |
| 9.                                                            | +++ | +++ |     | ++                                                                 | -   |     | +++ | +++                                                                |     | ++  | -   |               | +++ | +++ |     | ++                 | -   |     | +++ | +++           |     |  |  |
| 12.                                                           | +++ | +++ |     | ++                                                                 | -   |     | +++ | +++                                                                |     | ++  | -   |               | +++ | +++ |     | ++                 | -   |     | +++ | +++           |     |  |  |
| 14.                                                           | +++ | +++ | 7,2 | ++                                                                 | -   | 7,5 | +++ | +++                                                                | 7,2 | ++  | -   | 7,5           | +++ | +++ | 7,2 | ++                 | -   | 7,5 | +++ | +++           | 7,2 |  |  |
| 21.                                                           | +++ | +++ | 7,5 | ++                                                                 | -   | 7,5 | +++ | +++                                                                | 7,5 | ++  | -   | 7,5           | +++ | +++ | 7,5 | ++                 | -   | 7,5 | +++ | +++           | 7,5 |  |  |
| 35.                                                           | +++ | +++ | 7,2 | ++                                                                 | -   | 7,5 | +++ | +++                                                                | 7,2 | ++  | -   | 7,5           | +++ | +++ | 7,2 | ++                 | -   | 7,5 | +++ | +++           | 7,2 |  |  |
| 49.                                                           | +++ | +++ | 7,2 | ++                                                                 | -   | 7,2 | +++ | +++                                                                | 7,2 | ++  | -   | 7,2           | +++ | +++ | 7,2 | ++                 | -   | 7,2 | +++ | +++           | 7,2 |  |  |
| 56.                                                           | +++ | +++ | 7,2 | ++                                                                 | -   | 7,2 | +++ | +++                                                                | 7,2 | ++  | -   | 7,2           | +++ | +++ | 7,2 | ++                 | -   | 7,2 | +++ | +++           | 7,2 |  |  |

Kontrollen: *Bacterium aerogenes* 18 - 20°C 56. Tag: +++  
37°C 56. Tag: ++  
*Sarcina lutea* 18 - 20°C 6. Tag: ++  
37°C 5. Tag: ++



Als Kontroll-Züchtung, mit der Vermischung großer Mengen von *Sarcina lutea* zusammen mit kleinem Anteil *Bacterium aerogenes* in das sterilisierte Bachwasser, die Lebensfähigkeit der *Sarcina* keime, die in den Kontrollen besonders bei Raumtemperatur bedeutend verlängert wurde (vergleiche Tabelle 3). Sie waren bei 18 - 20°C in den Mischkulturen nach noch 56 Tagen ohne nennenswerte Vermehrung, bei 37°C aber schon nach 12 Tagen sehr stark vermehrt. (Nr. 4) wurde keine Verlaufszeit festgelegt, sondern nur verzeichnet.

Durch die Fällungszeit der Keime bedingte Unterschiede konnten ebenso wie im vorhergehenden Versuch beobachtet werden, da sich die *Sarcina*, wenn sie in das sterilisierte Bachwasser gebracht wurden, etwas stärker und länger vermehren als in den Kulturen, denen zu Beginn *Aerogenes*-bakterien zugesetzt, oder die gleichzeitig mit beiden Keimarten beimpft worden waren.

Die Ermittlung des pH - Wertes ergab eine vorübergehende Abnahme (pH 7,5), die bei 37°C eher einsetzte und länger anhält. Bei Raumtemperatur wurde bei Brutschranktemperatur pH 7,2 gemessen.

Das Wachstum von *Bacterium aerogenes* war in den Mischkulturen bei Raumtemperatur noch nach 56 Tagen sehr stark, bei 37°C mittelstark.

In weiteren Versuchen wurde die Lebensfähigkeit von *Bacterium aerogenes* und *Streptococcus pyogenes* in Mischkulturen in sterilisiertem Bachwasser untersucht.

#### Bacterium aerogenes und Streptococcus pyogenes.

Für diese Versuche wurden neben den Mischkulturen Nr. 1 - 5 noch weitere 4 (Nr. 13 und 14) angesetzt. Die Ergebnisse wurden in der Tabelle 25 zusammengestellt.

Tabelle 25: Die Lebensdauer von *Bacterium aerogenes* (aer) und *Streptococcus pyogenes* (str) in sterilisiertem Bachwasser. (Anfangs-pH: 6,5)

| 1 Öse Bact. aerogenes<br>gleichzeitig<br>1 Öse Strept. pyogenes  |     |     |               |     |     | 1 Öse Bact. aerogenes<br>24 Stunden später<br>1 Öse Strept. pyogenes |     |     |                |     |     | 1 Öse Strept. pyogenes<br>24 Stunden später<br>1 Öse Bact. aerogenes |     |     |               |     |     |
|------------------------------------------------------------------|-----|-----|---------------|-----|-----|----------------------------------------------------------------------|-----|-----|----------------|-----|-----|----------------------------------------------------------------------|-----|-----|---------------|-----|-----|
| Nr. 1<br>18 - 20°C                                               |     |     | Nr. 2<br>37°C |     |     | Nr. 3<br>18 - 20°C                                                   |     |     | Nr. 4<br>37°C  |     |     | Nr. 5<br>18 - 20°C                                                   |     |     | Nr. 6<br>37°C |     |     |
| Tag                                                              | aer | str | pH            | aer | str | pH                                                                   | aer | str | pH             | aer | str | pH                                                                   | aer | str | pH            | aer | str |
| 1.                                                               | +++ | ++  | 6,5           | +++ | ++  | 6,5                                                                  | +++ | +   | 6,5            | +++ | +   | 6,5                                                                  | +++ | ++  | 6,5           | +++ | ++  |
| 2.                                                               | +++ | +   |               | +++ | +   |                                                                      | +++ | +   |                | +++ | +   |                                                                      | +++ | +   |               | +++ | +   |
| 4.                                                               | +++ | +   |               | +++ | +   |                                                                      | +++ | +   |                | +++ | +   |                                                                      | +++ | +   |               | +++ | +   |
| 6.                                                               | +++ | +   |               | +++ | 6,8 |                                                                      | +++ | +   |                | +++ | +   |                                                                      | +++ | +   |               | +++ | +   |
| 7.                                                               | +++ | 6,8 |               | +++ | 7,0 |                                                                      | +++ | 6,8 |                | +++ | 7,0 |                                                                      | +++ | 6,8 |               | +++ | 7,0 |
| 10.                                                              | +++ | -   |               | +++ | -   |                                                                      | +++ | -   |                | +++ | -   |                                                                      | +++ | -   |               | +++ | -   |
| 11.                                                              | +++ | -   |               | +++ | -   |                                                                      | +++ | -   |                | +++ | -   |                                                                      | +++ | -   |               | +++ | -   |
| 14.                                                              | +++ | -   | 7,0           | +++ | -   | 7,2                                                                  | +++ | -   | 7,0            | +++ | -   | 7,2                                                                  | +++ | -   | 7,0           | +++ | -   |
| 21.                                                              | +++ | -   | 7,2           | +++ | -   | 7,5                                                                  | +++ | -   | 7,5            | +++ | -   | 7,5                                                                  | +++ | -   | 7,2           | +++ | -   |
| 56.                                                              | +++ | -   | 7,2           | +++ | -   | 7,5                                                                  | +++ | -   | 7,2            | +++ | -   | 7,5                                                                  | +++ | -   | 7,2           | +++ | -   |
| 3 Ösen Bact. aerogenes<br>gleichzeitig<br>1 Öse Strept. pyogenes |     |     |               |     |     | 1 Öse Bact. aerogenes<br>gleichzeitig<br>3 Ösen Strept. pyogenes     |     |     |                |     |     |                                                                      |     |     |               |     |     |
| Nr. 7<br>18 - 20°C                                               |     |     | Nr. 8<br>37°C |     |     | Nr. 13<br>18 - 20°C                                                  |     |     | Nr. 14<br>37°C |     |     |                                                                      |     |     |               |     |     |
| Tag                                                              | aer | str | pH            | aer | str | pH                                                                   | aer | str | pH             | aer | str | pH                                                                   | aer | str | pH            | aer | str |
| 1.                                                               | +++ | ++  | 6,5           | +++ | +   | 6,5                                                                  | +++ | ++  | 6,5            | +++ | ++  | 6,5                                                                  | +++ | ++  | 6,5           | +++ | ++  |
| 2.                                                               | +++ | +   |               | +++ | +   |                                                                      | +++ | +   |                | +++ | +   |                                                                      | +++ | +   |               | +++ | +   |
| 4.                                                               | +++ | +   |               | +++ | +   |                                                                      | +++ | +   |                | +++ | +   |                                                                      | +++ | +   |               | +++ | +   |
| 6.                                                               | +++ | +   |               | +++ | 6,8 |                                                                      | +++ | +   |                | +++ | +   |                                                                      | +++ | +   |               | +++ | +   |
| 7.                                                               | +++ | 6,8 |               | +++ | 7,0 |                                                                      | +++ | 6,8 |                | +++ | 7,0 |                                                                      | +++ | 6,8 |               | +++ | 7,0 |
| 10.                                                              | +++ | -   |               | +++ | -   |                                                                      | +++ | -   |                | +++ | -   |                                                                      | +++ | -   |               | +++ | -   |
| 14.                                                              | +++ | -   | 7,0           | +++ | -   | 7,2                                                                  | +++ | -   | 7,0            | +++ | -   | 7,2                                                                  | +++ | -   | 7,0           | +++ | -   |
| 21.                                                              | +++ | -   | 7,2           | +++ | -   | 7,5                                                                  | +++ | -   | 7,2            | +++ | -   | 7,5                                                                  | +++ | -   | 7,2           | +++ | -   |
| 56.                                                              | +++ | -   | 7,2           | +++ | -   | 7,5                                                                  | +++ | -   | 7,2            | +++ | -   | 7,5                                                                  | +++ | -   | 7,2           | +++ | -   |



|                                        |           |             |
|----------------------------------------|-----------|-------------|
| Kontrollen: <i>Bacterium aerogenes</i> | 18 - 20°C | 56. Tag: ++ |
|                                        | 37°C      | 56. Tag: ++ |
| <i>Streptococcus pyogenes</i>          | 18 - 20°C | 14. Tag: -  |
|                                        | 37°C      | 6. Tag: -   |

Aus den Ergebnissen der Tabelle 25 geht hervor, daß das *Bacterium aerogenes* in den Mischkulturen mit *Streptococcus pyogenes* in sterilisiertem Bachwasser bei Temperaturen von 18 - 20°C und 37°C nach 56 Tagen sehr stark wuchs. In der Kontrollkultur vermehrte es sich dagegen bei Brutschranktemperatur nur mittelstark (vgl. Tabelle 1).

*Streptococcus pyogenes* war in den Mischkulturen bei Zimmertemperatur 5 - 10 Tage, bei 37°C 6 Tage lang entwicklungsfähig. Eine Abstufung der Lebenslänge und des Wachstums der Streptokokken nach der Zeit ihrer Einimpfung und der verimpften Menge läßt sich zwar nicht übersehen, doch wirkten sich diese Faktoren zusammen mit der Aufbewahrungstemperatur bezüglich der Lebensdauer nicht immer deutlich aus. Die Prüfung der Reaktion der Mischkulturen ließ eine allmähliche Alkalisierung in geringem Ausmaß erkennen. Bis zum Absterben der Streptokokken wurde höchstens der Neutralpunkt erreicht. In den Kontrollen lebte *Streptococcus pyogenes* bei Temperaturen von 18 - 20°C 13 Tage, bei 37°C 5 Tage (vgl. Tabelle 3).

Nur in den bei Zimmertemperatur verwahrten Mischkulturen war also immer eine Verkürzung der Vermehrungsfähigkeit der Streptokokken feststellbar, in der bei 37°C aufgestellten Kulturen konnte dagegen nur dort (Nr. 4), wo *Bacterium aerogenes* 24 Stunden vor den Streptokokken verimpft wurde, deren früheres Absterben vorausgesetzt werden.

Die Wiederholung des Versuches unter Verwendung großer Mengen von *Streptococcus pyogenes* sollte Klarheit darüber bringen, ob *Bacterium aerogenes* dann noch die Vermehrung der Streptokokken beeinträchtigen könnte, da bei den ersten Untersuchungen bei einer Bebrütungstemperatur von 37°C in einer schon mit Streptokokken bewachsenen Kultur ebenso wie bei einer gleichzeitigen Verimpfung von *Bacterium aerogenes* mit Streptokokken von einer solchen Einwirkung nicht mehr gesprochen werden konnte. Zur Durchführung dieses Versuches wurden 6 Mischkulturen angesetzt und mit Ösen einer Kontrollkultur von *Bacterium aerogenes* und Ösen einer Agarkulturabschwemmung von *Streptococcus pyogenes* beimpft. Die Ergebnisse enthält nachstehende Tabelle 26.

Tabelle 26: Die Lebensdauer von *Bacterium aerogenes* (aer) und *Streptococcus pyogenes* (str) in sterilisiertem Bachwasser. (Anfangs-pH: 7,0)

| Öse Bact. aerogenes +<br>gleichzeitig<br>Öse Strept. pyogenes |             |               |            | Öse Bact. aerogenes +<br>24 Stunden später<br>Öse Strept. pyogenes |             |               |             | Öse Strept. pyogenes<br>24 Stunden später<br>Öse Bact. aerogenes |            |               |            |
|---------------------------------------------------------------|-------------|---------------|------------|--------------------------------------------------------------------|-------------|---------------|-------------|------------------------------------------------------------------|------------|---------------|------------|
| Nr. 1<br>18 - 20°C                                            |             | Nr. 2<br>37°C |            | Nr. 3<br>18 - 20°C                                                 |             | Nr. 4<br>37°C |             | Nr. 5<br>18 - 20°C                                               |            | Nr. 6<br>37°C |            |
| Tag                                                           | aer str pH  | aer str pH    | aer str pH | aer str pH                                                         | aer str pH  | aer str pH    | aer str pH  | aer str pH                                                       | aer str pH | aer str pH    | aer str pH |
| 1.                                                            | +++ +++ 7,0 | ++ ++ 7,0     | +++ ++ 7,0 | ++ + 7,0                                                           | +++ +++ 7,0 | ++ ++ 7,0     | +++ +++ 7,0 | +++ +++ 7,0                                                      | ++ ++ 7,0  | +++ +++ 7,0   | ++ ++ 7,0  |
| 2.                                                            | +++ ++      | ++ +          | +++ +      | ++ +                                                               | +++ ++      | ++ +          | +++ ++      | +++ ++                                                           | ++ +       | +++ ++        | ++ +       |
| 3.                                                            | +++ +       | ++ +          | +++ +      | ++ +                                                               | +++ +       | ++ +          | +++ +       | +++ +                                                            | ++ +       | +++ +         | ++ +       |
| 5.                                                            | +++ +       | ++ +          | +++ +      | ++ +                                                               | +++ +       | ++ +          | +++ +       | +++ +                                                            | ++ +       | +++ +         | ++ +       |
| 6.                                                            | +++ +       | ++ +          | +++ +      | ++ +                                                               | +++ +       | ++ +          | +++ +       | +++ +                                                            | ++ +       | +++ +         | ++ +       |
| 7.                                                            | +++ + 7,0   | ++ + 7,2      | +++ + 7,0  | ++ + 7,2                                                           | +++ + 7,0   | ++ + 7,2      | +++ + 7,0   | +++ + 7,0                                                        | ++ + 7,2   | +++ + 7,0     | ++ + 7,2   |
| 8.                                                            | +++ +       | ++ +          | +++ +      | ++ +                                                               | +++ +       | ++ +          | +++ +       | +++ +                                                            | ++ +       | +++ +         | ++ +       |
| 10.                                                           | +++ +       | ++ +          | +++ +      | ++ +                                                               | +++ +       | ++ +          | +++ +       | +++ +                                                            | ++ +       | +++ +         | ++ +       |
| 11.                                                           | +++ +       | ++ +          | +++ +      | ++ +                                                               | +++ +       | ++ +          | +++ +       | +++ +                                                            | ++ +       | +++ +         | ++ +       |
| 14.                                                           | +++ + 7,2   | ++ + 7,5      | +++ + 7,2  | ++ + 7,5                                                           | +++ + 7,2   | ++ + 7,5      | +++ + 7,2   | +++ + 7,2                                                        | ++ + 7,2   | +++ + 7,2     | ++ + 7,5   |
| 56.                                                           | +++ + 7,2   | ++ + 7,5      | +++ + 7,2  | ++ + 7,5                                                           | +++ + 7,2   | ++ + 7,5      | +++ + 7,2   | +++ + 7,2                                                        | ++ + 7,2   | +++ + 7,2     | ++ + 7,5   |

|                                        |           |             |
|----------------------------------------|-----------|-------------|
| Kontrollen: <i>Bacterium aerogenes</i> | 18 - 20°C | 56. Tag: ++ |
|                                        | 37°C      | 56. Tag: ++ |
| <i>Streptococcus pyogenes</i>          | 18 - 20°C | 14. Tag: -  |
|                                        | 37°C      | 6. Tag: -   |



aus der Tabelle 26 ist zu entnehmen, daß sich das *Bacterium aerogenes* bei Zimmer- und Brutschranktemperatur noch nach 56 Tagen in den Mischkulturen mit *Streptococcus pyogenes* in sterilisiertem Bachwasser reichlich vermehrt.

*Streptococcus pyogenes* nahm dagegen an Zahl immer mehr ab, bis nach 11 und 14 Tagen und bei 37°C innerhalb von 7 Tagen lebensunfähig war.

Ebenso wie im vorhergehenden Versuch konnten durch die Temperatur- und Lebensdauerbedingte Unterschiede in der Lebensdauer festgestellt werden, wenn auch die Unterschiede hier weniger ausgeprägt waren.

Die ermittelten pH-Werte ließen eine schwache Alkalisierung erkennen. In den Kontrollen betrug die Lebensdauer von *Streptococcus pyogenes* bei 18°C 24 Tage und bei 37°C 7 Tage (vergl. auch Tabelle 3).

Es stellte sich also heraus, daß *Streptococcus pyogenes* in diesen Medien in die Mischkulturen eingebracht, aber länger lebte als bei seiner Verimpfung in Reinkulturen, doch wurde wie im vorhergehenden Versuch eine Verkürzung seiner Lebensdauer bei Zimmertemperatur festgestellt. Bei 37°C verkürzte sich die Lebensdauer wieder nur dann, wenn *Bacterium aerogenes* 24 Stunden vor *Streptococcus pyogenes* in das sterilisierte Bachwasser gebracht worden war.

#### *Bacterium aerogenes* und *Streptococcus faecalis*.

Diese Mischkulturversuche wurden in der Tabelle 27 zusammengestellt.

Tabelle 27: Die Lebensdauer von *Bacterium aerogenes* (aer) und *Streptococcus faecalis* (fac) in sterilisiertem Bachwasser. (Anfangs-pH: 6,8).

| 1 Ose Bact. aerogenes +<br>gleichzeitig<br>1 Ose Strept. faecalis |     |    |     | 1 Ose Bact. aerogenes +<br>24 Stunden später<br>1 Ose Strept. faecalis |    |     |     | 1 Ose Strept. faecalis<br>24 Stunden später<br>1 Ose Bact. aerogenes |    |     |     |
|-------------------------------------------------------------------|-----|----|-----|------------------------------------------------------------------------|----|-----|-----|----------------------------------------------------------------------|----|-----|-----|
| Nr. 1<br>18 - 20°C                                                |     |    |     | Nr. 2<br>37°C                                                          |    |     |     | Nr. 3<br>18 - 20°C                                                   |    |     |     |
| Tag                                                               |     |    |     | Tag                                                                    |    |     |     | Tag                                                                  |    |     |     |
| 1.                                                                | +++ | ++ | 6,8 | +++                                                                    | ++ | 6,8 | +++ | +++                                                                  | ++ | 6,8 | +++ |
| 4.                                                                | +++ | ++ |     | +++                                                                    | ++ |     | +++ | +++                                                                  | ++ |     | +++ |
| 6.                                                                | +++ | ++ |     | +++                                                                    | +  |     | +++ | +++                                                                  | ++ |     | +++ |
| 7.                                                                | +++ | ++ | 7,0 | +++                                                                    | +  | 7,2 | +++ | +++                                                                  | ++ | 7,0 | +++ |
| 8.                                                                | +++ | +  |     | +++                                                                    | +  |     | +++ | +++                                                                  | ++ |     | +++ |
| 10.                                                               | +++ | +  |     | +++                                                                    | +  |     | +++ | +++                                                                  | ++ |     | +++ |
| 20.                                                               | +++ | +  |     | +++                                                                    | +  |     | +++ | +++                                                                  | ++ |     | +++ |
| 21.                                                               | +++ | +  | 7,2 | +++                                                                    | +  | 7,2 | +++ | +++                                                                  | ++ | 7,2 | +++ |
| 22.                                                               | +++ | +  |     | +++                                                                    | +  |     | +++ | +++                                                                  | ++ |     | +++ |
| 23.                                                               | +++ | +  |     | +++                                                                    | +  |     | +++ | +++                                                                  | ++ |     | +++ |
| 27.                                                               | +++ | +  |     | +++                                                                    | +  |     | +++ | +++                                                                  | ++ |     | +++ |
| 29.                                                               | +++ | +  | 7,2 | +++                                                                    | +  | 7,2 | +++ | +++                                                                  | ++ | 7,2 | +++ |
| 56.                                                               | +++ | +  | 7,2 | +++                                                                    | +  | 7,2 | +++ | +++                                                                  | ++ | 7,2 | +++ |

Kontrollen: *Bacterium aerogenes*

18 - 20°C 35. Tag: +++  
37°C 56. Tag: ++

*Streptococcus faecalis*

18 - 20°C 47. Tag: ++  
37°C 31. Tag: ++

Wie aus der Tabelle 27 hervorgeht, vermehrte sich das *Bacterium aerogenes* in den Mischkulturen mit *Streptococcus faecalis* in sterilisiertem Bachwasser bei Zimmer- und Brutschranktemperatur noch nach 56 Tagen. Im Gegensatz zu der Kontrolle war das Wachstum auch bei 37°C sehr stark (vergl. auch Tabelle 3). *Streptococcus faecalis* wuchs in allen Kulturen anfänglich mittelstark und nahm dann langsam ab. Bei Temperaturen von 18 - 20°C konnten nach 22 - 29 Tagen, bei 37°C innerhalb von 20 - 23 Tagen keine vermehrungsfähigen Streptokokken mehr nachgewiesen werden. Das Wachstum und die Lebensdauer der Streptokokken hingen von der Temperatur ab.



tur und der Zeitdifferenz ab, mit der die Keime verimpft wurden.  
Die pH - Werte der Mischkulturen stiegen langsam in den schwach alkalischen Bereich (pH 7,2 bei 18 - 20°C und pH 7,5 bei 37°C).  
In den gleichzeitig angesezten Kontrollen lebte Streptococcus faecalis bei Zimmer-  
temperatur 36 Tage, bei Brutschranktemperatur 32 Tage lang (vergl. Tabelle 3).  
Abschließend kann festgestellt werden, daß sich die Vermehrungsfähigkeit von Streptococcus faecalis in den Mischkulturen mit Bacterium aerogenes in sterilisiertem  
Bachwasser verkürzte.

Versuchsgruppe 3 : Bacterium enteritidis Gärtner.

Im dritten Versuchsabschnitt wurde die Lebensdauer von Bacterium enteritidis Gärtner in Mischkulturen mit Bacterium faecalis alcaligenes in sterilisiertem Bachwasser untersucht.

Bacterium enteritidis Gärtner und Bacterium faecalis alcaligenes

Die Ergebnisse dieser Mischkulturversuche wurden in der Tabelle 28 zusammengefaßt.

Tabelle 28: Die Lebensdauer von Bacterium enteritidis Gärtner (gär) und Bacterium faecalis alcaligenes (alc) in sterilisiertem Bachwasser. (Anfangs-pH 6,8)

| 1 Ose Bact. ent. Gärtner +<br>gleichzeitig<br>1 Ose Bact. faecalis alc. |     |               |     |     | 1 Ose Bact. ent. Gärtner +<br>24 Stunden später<br>1 Ose Bact. faecalis alc. |     |               |     |     | 1 Ose Bact. faecalis alc.<br>24 Stunden später<br>1 Ose Bact. ent. Gärtner |     |               |     |     |     |
|-------------------------------------------------------------------------|-----|---------------|-----|-----|------------------------------------------------------------------------------|-----|---------------|-----|-----|----------------------------------------------------------------------------|-----|---------------|-----|-----|-----|
| Nr. 1<br>18 - 20°C                                                      |     | Nr. 2<br>37°C |     |     | Nr. 3<br>18 - 20°C                                                           |     | Nr. 4<br>37°C |     |     | Nr. 5<br>18 - 20°C                                                         |     | Nr. 6<br>37°C |     |     |     |
| Tag                                                                     | gär | alc           | pH  | gär | alc                                                                          | pH  | gär           | alc | pH  | gär                                                                        | alc | pH            | gär | alc | pH  |
| 1.                                                                      | +++ | +++           | 6,8 | +++ | +++                                                                          | 6,8 | +++           | +++ | 6,8 | +++                                                                        | +++ | 6,8           | ++  | +++ | 6,8 |
| 4.                                                                      | +++ | +++           |     | +++ | +++                                                                          |     | +++           | +++ |     | +++                                                                        | +++ |               | +++ | +++ |     |
| 7.                                                                      | +++ | +++           | 6,8 | +++ | +++                                                                          | 7,0 | +++           | +++ | 6,8 | +++                                                                        | +++ | 7,0           | +++ | +++ | 7,0 |
| 14.                                                                     | +++ | +++           | 7,0 | +++ | +++                                                                          | 7,0 | +++           | +++ | 7,0 | +++                                                                        | +++ | 7,0           | +++ | +++ | 7,0 |
| 21.                                                                     | +++ | +++           | 7,0 | +++ | +++                                                                          | 7,2 | +++           | +++ | 7,0 | +++                                                                        | +++ | 7,2           | +++ | +++ | 7,2 |
| 28.                                                                     | +++ | +++           | 7,2 | +++ | +++                                                                          | 7,5 | +++           | +++ | 7,2 | +++                                                                        | +++ | 7,5           | +++ | +++ | 7,5 |
| 35.                                                                     | +++ | +++           | 7,2 | +++ | +++                                                                          | 7,8 | +++           | +++ | 7,2 | +++                                                                        | +++ | 7,8           | +++ | +++ | 7,8 |
| 42.                                                                     | +++ | +++           | 7,2 | +++ | +++                                                                          | 7,5 | +++           | +++ | 7,2 | +++                                                                        | +++ | 7,5           | +++ | +++ | 7,5 |
| 49.                                                                     | +++ | +++           | 7,0 | +++ | +++                                                                          | 7,5 | +++           | +++ | 7,0 | +++                                                                        | +++ | 7,5           | +++ | +++ | 7,5 |
| 73.                                                                     | +++ | +++           | 7,0 | +++ | +++                                                                          | 7,5 | +++           | +++ | 7,0 | +++                                                                        | +++ | 7,0           | +++ | +++ | 7,5 |

Kontrollen: Bacterium enteritidis Gärtner 18 - 20°C 73. Tag: +++  
37°C  
Bacterium faecalis alcaligenes 18 - 20°C 73. Tag: +++  
37°C

Aus der Tabelle 28 ist zu entnehmen, daß Bacterium enteritidis Gärtner und Bacterium faecalis alcaligenes in Mischkulturen in sterilisiertem Bachwasser noch nach 73 Tagen lebten. Das Wachstum beider Bakterienarten war nach dieser Zeit bei Zimmer- und Brutschranktemperatur noch sehr gut. Die Prüfung der Reaktion der Mischkulturen ergab eine vorübergehende schwache Alkalisierung (bis pH 7,2 bei 18 - 20°C und pH 7,8 bei 37°C). Verglichen mit der Lebensdauer beider Keimarten in den Kontrollen änderte sich diese in den Mischkulturen nicht (Vergleich Tabelle 1).

Versuchsgruppe 4: Bacterium pyocyaneum und Bacterium fluorescens.

Im vierten Versuchsabschnitt wurden Bacterium pyocyaneum und Bacterium fluorescens mit einer Reihe von anderen Keimen zusammen in sterilisiertes Bachwasser geimpft. Da diese beiden Bakterienarten miteinander verwandt sind, wurden die Mischkulturergebnisse zum besseren Vergleich jeweils in einer Tabelle zusammengefaßt. Zunächst wurde die Lebensfähigkeit von Bacterium pyocyaneum bzw. Bacterium fluorescens in Mischkulturen mit aeroben Sporenbildnern (Bacillus mesentericus, Bacillus



mycoides und Bacillus subtilis) in Mischkultur mit *Escherichia coli* oder *Salmonella typhimurium*.

*Escherichia coli* und *Bacillus mesentericus* sowie

*Escherichia coli* und *Bacillus mesentericus*.

Die Tabelle 23 enthält die Ergebnisse dieser Mischkulturversuche.

Tabelle 23: Die Inaktivierung von *Escherichia coli* (pyo) und *Bacillus subtilis* (sub) durch *Escherichia coli* (fle) und *Bacillus mesentericus* (mes). (Anfangs-pH: 6,8)

| 1. Öse Bact. pyocyanus +<br>gleichzeitig<br>1 Öse Bac. mesentericus |     |                |     | 1. Öse Bact. pyocyanus +<br>24 Stunden später<br>1 Öse Bac. mesentericus |     |                |     | 1. Öse Bact. pyocyanus +<br>24 Stunden später<br>1 Öse Bac. mesentericus |     |                |     |
|---------------------------------------------------------------------|-----|----------------|-----|--------------------------------------------------------------------------|-----|----------------|-----|--------------------------------------------------------------------------|-----|----------------|-----|
| Nr. 1<br>18 - 20 °C                                                 |     | Nr. 2<br>37 °C |     | Nr. 3<br>18 - 20 °C                                                      |     | Nr. 4<br>37 °C |     | Nr. 5<br>18 - 20 °C                                                      |     | Nr. 6<br>27 °C |     |
| Tag                                                                 | pyo | mes            | pH  | pyo                                                                      | mes | pH             | pyo | mes                                                                      | pH  | pyo            | mes |
| 1.                                                                  | +++ | +++            | 6,8 | +++                                                                      | +   | 6,8            | +++ | +                                                                        | 6,8 | +++            | +   |
| 3.                                                                  | +++ | ++             |     | +++                                                                      | +   |                | +++ | +                                                                        |     | +++            | +   |
| 4.                                                                  | +++ | ++             |     | +++                                                                      | +   |                | +++ | +                                                                        |     | +++            | +   |
| 5.                                                                  | +++ | ++             |     | +++                                                                      | +   |                | +++ | +                                                                        |     | +++            | +   |
| 6.                                                                  | +++ | +              |     | +++                                                                      | +   |                | +++ | +                                                                        |     | +++            | +   |
| 7.                                                                  | +++ | +              | 6,5 | +++                                                                      | +   | 7,0            | +++ | +                                                                        | 7,0 | +++            | +   |
| 8.                                                                  | +++ | +              |     | +++                                                                      | +   |                | +++ | +                                                                        |     | +++            | +   |
| 14.                                                                 | +++ | +              | 6,5 | +++                                                                      | +   | 7,2            | +++ | +                                                                        | 7,2 | +++            | +   |
| 21.                                                                 | +++ | +              | 6,5 | +++                                                                      | +   | 7,5            | +++ | +                                                                        | 7,5 | +++            | +   |
| 27.                                                                 | +++ | +              |     | +++                                                                      | +   |                | +++ | +                                                                        |     | +++            | +   |
| 29.                                                                 | +++ | +              |     | +++                                                                      | +   |                | +++ | +                                                                        |     | +++            | +   |
| 30.                                                                 | +++ | +              |     | +++                                                                      | +   |                | +++ | +                                                                        |     | +++            | +   |
| 31.                                                                 | +++ | +              |     | +++                                                                      | +   |                | +++ | +                                                                        |     | +++            | +   |
| 34.                                                                 | +++ | +              |     | +++                                                                      | +   |                | +++ | +                                                                        |     | +++            | +   |
| 35.                                                                 | +++ | +              | 6,8 | +++                                                                      | +   | 7,5            | +++ | +                                                                        | 7,5 | +++            | +   |
| 37.                                                                 | +++ | +              |     | +++                                                                      | +   |                | +++ | +                                                                        |     | +++            | +   |
| 38.                                                                 | +++ | +              |     | +++                                                                      | +   | 6,8            | +++ | +                                                                        |     | +++            | +   |
| 41.                                                                 | +++ | +              | 6,8 | +++                                                                      | +   |                | +++ | +                                                                        |     | +++            | +   |
| 44.                                                                 | +++ | +              |     | +++                                                                      | +   |                | +++ | +                                                                        |     | +++            | +   |
| 49.                                                                 | +++ | +              | 7,0 | +++                                                                      | +   | 7,5            | +++ | +                                                                        | 7,5 | +++            | +   |
| 56.                                                                 | +++ | +              | 7,0 | +++                                                                      | +   | 7,5            | +++ | +                                                                        | 7,5 | +++            | +   |

| 1. Öse Bact. fluorescens +<br>gleichzeitig<br>1 Öse Bac. mesentericus |     |                |     | 1. Öse Bact. fluorescens +<br>24 Stunden später<br>1 Öse Bac. mesentericus |     |                |     | 1. Öse Bact. fluorescens +<br>24 Stunden später<br>1 Öse Bac. mesentericus |     |                |     |
|-----------------------------------------------------------------------|-----|----------------|-----|----------------------------------------------------------------------------|-----|----------------|-----|----------------------------------------------------------------------------|-----|----------------|-----|
| Nr. 1<br>18 - 20 °C                                                   |     | Nr. 2<br>37 °C |     | Nr. 3<br>18 - 20 °C                                                        |     | Nr. 4<br>37 °C |     | Nr. 5<br>18 - 20 °C                                                        |     | Nr. 6<br>27 °C |     |
| Tag                                                                   | flu | mes            | pH  | flu                                                                        | mes | pH             | flu | mes                                                                        | pH  | flu            | mes |
| 1.                                                                    | +++ | +++            | 6,8 | +++                                                                        | +   | 6,8            | +++ | +                                                                          | 6,8 | +++            | +   |
| 4.                                                                    | +++ | ++             |     | +++                                                                        | +   |                | +++ | +                                                                          |     | +++            | +   |
| 5.                                                                    | +++ | ++             |     | +++                                                                        | +   |                | +++ | +                                                                          |     | +++            | +   |
| 6.                                                                    | +++ | +              |     | +++                                                                        | +   |                | +++ | +                                                                          |     | +++            | +   |
| 7.                                                                    | +++ | +              | 6,8 | +++                                                                        | +   | 7,0            | +++ | +                                                                          | 7,0 | +++            | +   |
| 8.                                                                    | +++ | +              | 6,8 | +++                                                                        | +   |                | +++ | +                                                                          |     | +++            | +   |
| 11.                                                                   | +++ | +              |     | +++                                                                        | +   |                | +++ | +                                                                          |     | +++            | +   |
| 12.                                                                   | +++ | +              |     | +++                                                                        | +   |                | +++ | +                                                                          |     | +++            | +   |
| 14.                                                                   | +++ | +              | 7,0 | +++                                                                        | +   | 7,2            | +++ | +                                                                          | 7,2 | +++            | +   |
| 15.                                                                   | +++ | +              |     | +++                                                                        | +   |                | +++ | +                                                                          |     | +++            | +   |
| 17.                                                                   | +++ | +              |     | +++                                                                        | +   |                | +++ | +                                                                          |     | +++            | +   |
| 20.                                                                   | +++ | +              |     | +++                                                                        | +   |                | +++ | +                                                                          |     | +++            | +   |
| 21.                                                                   | +++ | +              | 7,0 | +++                                                                        | +   | 7,5            | +++ | +                                                                          | 7,5 | +++            | +   |
| 25.                                                                   | +++ | +              |     | +++                                                                        | +   |                | +++ | +                                                                          |     | +++            | +   |
| 28.                                                                   | +++ | +              | 6,5 | +++                                                                        | +   | 7,5            | +++ | +                                                                          | 7,5 | +++            | +   |
| 35.                                                                   | +++ | +              | 6,8 | +++                                                                        | +   | 7,5            | +++ | +                                                                          | 7,5 | +++            | +   |
| 42.                                                                   | +++ | +              | 7,0 | +++                                                                        | +   | 7,5            | +++ | +                                                                          | 7,5 | +++            | +   |
| 56.                                                                   | +++ | +              | 7,0 | +++                                                                        | +   | 7,5            | +++ | +                                                                          | 7,5 | +++            | +   |



|                                         |                   |              |
|-----------------------------------------|-------------------|--------------|
| Kontrollen: <i>Bacterium pyocyaneum</i> | 18 - 20°C<br>37°C | 56. Tag: +++ |
| <i>Bacterium fluorescens</i>            | 18 - 20°C<br>37°C | 56. Tag: +++ |
| <i>Bacillus mesentericus</i>            | 18 - 20°C<br>37°C | 56. Tag: +++ |

Aus der Tabelle 29 ist ersichtlich, daß sich *Bacterium pyocyaneum* und *Bacterium fluorescens* in Mischkulturen mit *Bacillus mesentericus* in sterilisiertem Bachwasser noch nach 56 Tagen entwickelten. Bei Zimmertemperatur war das Wachstum beider Bakterienarten sehr gut, während bei Brutschranktemperatur nach anfänglich sehr starker Vermehrung später abweichend von den Kontrollen (vergl. auch Tabelle 1) nur ein mittelstarkes Wachstum verzeichnet werden konnte.

Die Zahl der vermehrungsfähigen Bazillen nahm bei Temperaturen von 18 - 20°C allmählich ab. Nach 38 - 44 Tagen waren sie in den Mischkulturen mit *Bacterium pyocyaneum*, nach 7 - 15 Tagen in den Mischkulturen mit *Bacterium fluorescens* nicht mehr nachweisbar. Bei einer Bebrütungstemperatur von 37°C vermehrte sich *Bacillus mesentericus* anfangs nur wenig. Nach 2 - 5wöchigem Verweilen in den Mischkulturen wurde jedoch eine immer stärker werdende Zunahme beobachtet. Bei einer letzten Untersuchung nach 56 Tagen wuchs *Bacillus mesentericus* in allen bei Brutschranktemperatur aufbewahrten Kulturen noch sehr stark. Die Wachstumstärke der eingepfetzten Keime und die Lebensdauer von *Bacillus mesentericus* bei Zimmertemperatur waren von der Zeit der Einimpfung in das sterilisierte Bachwasser abhängig.

In den bei Zimmertemperatur aufbewahrten Mischkulturen von *Bacterium pyocyaneum*/*Bacillus mesentericus* änderte sich der pH-Wert von 6,8 bis 6,5 und stieg später bis 7,0 an, während er in den Mischkulturen *Bacterium fluorescens*/*Bacillus mesentericus* erst neutral, dann schwach sauer und zuletzt wieder neutral wurde. Bei 37°C wurde eine allmähliche schwache Alkalisierung (bis pH 7,5) verzeichnet.

In den Kontrollen lebten alle 3 Keimarten bei Temperaturen von 18 - 20°C und 37°C noch nach 56 Tagen (vergl. auch Tabelle 1 und 2).

Danach kann festgestellt werden, daß die unterschiedliche Aufbewahrungstemperatur der Mischkulturen *Bacterium pyocyaneum*/*Bacillus mesentericus* und *Bacterium fluorescens*/*Bacillus mesentericus* bei sonst gleichen Versuchsbedingungen sehr voneinander abweichende Ergebnisse verursachte: bei Zimmertemperatur verkürzte sich die Vermehrungsfähigkeit von *Bacillus mesentericus*, bei Brutschranktemperatur jedoch nicht.

*Bacterium pyocyaneum* und *Bacillus mycoides* sowie  
*Bacterium fluorescens* und *Bacillus mycoides*.

Diese Mischkulturversuche wurden in der Tabelle 30 zusammengefaßt.

Tabelle 30: Die Lebensdauer von *Bacterium pyocyaneum* (pyo) und *Bacillus mycoides* (myc) und von *Bacterium fluorescens* (flu) und *Bacillus mycoides* (myc) in sterilisiertem Bachwasser. (Anfangs-pH: 6,8).

| 1 Öse Bact. pyocyaneum +<br>gleichzeitig<br>1 Öse Bac. mycoides |     |     |               | 1 Öse Bact. pyocyaneum +<br>24 Stunden später<br>1 Öse Bac. mycoides |     |                    |     | 1 Öse Bac. mycoides +<br>24 Stunden später<br>1 Öse Bact. pyocyaneum |               |     |     |                    |     |     |               |  |  |
|-----------------------------------------------------------------|-----|-----|---------------|----------------------------------------------------------------------|-----|--------------------|-----|----------------------------------------------------------------------|---------------|-----|-----|--------------------|-----|-----|---------------|--|--|
| Nr. 1<br>18 - 20°C                                              |     |     | Nr. 2<br>37°C |                                                                      |     | Nr. 3<br>18 - 20°C |     |                                                                      | Nr. 4<br>37°C |     |     | Nr. 5<br>18 - 20°C |     |     | Nr. 6<br>37°C |  |  |
| Tag                                                             | pyo | myc | pH            | pyo                                                                  | myc | pH                 | pyo | myc                                                                  | pH            | pyo | myc | pH                 | pyo | myc | pH            |  |  |
| 1.                                                              | +++ | ++  | 6,8           | +++                                                                  | +   | 6,8                | +++ | +                                                                    | 6,8           | +++ | ++  | 6,8                | +++ | +   | 6,8           |  |  |
| 4.                                                              | +++ | +   |               | +++                                                                  | +   |                    | +++ | +                                                                    | 6,8           | +++ | ++  |                    | +++ | +   |               |  |  |
| 5.                                                              | +++ | +   |               | +++                                                                  | +   |                    | +++ | +                                                                    |               | +++ | +   |                    | +++ | +   |               |  |  |
| 6.                                                              | +++ | -   | 7,0           | +++                                                                  | +   |                    | +++ | +                                                                    |               | +++ | +   |                    | +++ | +   |               |  |  |
| 7.                                                              | +++ | -   | 7,0           | +++                                                                  | +   | 7,2                | +++ | -                                                                    | 7,0           | +++ | +   | 7,2                | +++ | -   | 7,0           |  |  |
| 8.                                                              | +++ | -   |               | +++                                                                  | +   |                    | +++ | -                                                                    |               | +++ | +   |                    | +++ | +   |               |  |  |
| 14.                                                             | +++ | -   | 7,0           | +++                                                                  | +   | 7,5                | +++ | -                                                                    | 7,0           | +++ | +   | 7,5                | +++ | +   | 7,0           |  |  |
| 25.                                                             | +++ | -   |               | +++                                                                  | ++  |                    | +++ | -                                                                    |               | +++ | +   |                    | +++ | ++  |               |  |  |
| 27.                                                             | +++ | -   |               | +++                                                                  | ++  |                    | +++ | -                                                                    |               | +++ | ++  |                    | +++ | ++  |               |  |  |
| 31.                                                             | +++ | -   |               | +++                                                                  | ++  |                    | +++ | -                                                                    |               | +++ | ++  |                    | +++ | ++  |               |  |  |
| 34.                                                             | +++ | -   |               | ++                                                                   | ++  |                    | +++ | -                                                                    |               | +++ | ++  |                    | +++ | ++  |               |  |  |



|     |     |       |     | 1 Öse Bac. mycoides<br>24 Stunden später |     |       |     | 1 Öse Bact. fluorescens |     |       |     |
|-----|-----|-------|-----|------------------------------------------|-----|-------|-----|-------------------------|-----|-------|-----|
|     |     |       |     | Nr. 5<br>20°C                            |     |       |     | Nr. 6<br>37°C           |     |       |     |
|     |     |       |     | 18 - 20°C                                |     |       |     | 37°C                    |     |       |     |
| 1.  | +++ | +     | +++ | +                                        | +++ | -     | +++ | +                       | +++ | +     | +++ |
| 5.  | +++ | -     | +++ | +                                        | +++ | -     | +++ | +                       | +++ | +     | +++ |
| 6.  | +++ | -     | +++ | ++                                       | +++ | -     | +++ | +                       | +++ | -     | +++ |
| 7.  | +++ | - 7,0 | +++ | ++ 7,2                                   | +++ | - 7,0 | +++ | +                       | +++ | - 7,0 | +++ |
| 8.  | +++ | =     | +++ | ++                                       | +++ | -     | +++ | ++                      | +++ | -     | +++ |
| 14. | +++ | - 7,0 | +++ | ++ 7,5                                   | +++ | - 7,0 | +++ | ++ 7,5                  | +++ | - 7,0 | +++ |
| 56. | +++ | - 7,0 | +++ | ++ 7,2                                   | +++ | - 7,0 | +++ | ++ 7,5                  | +++ | - 7,0 | +++ |

|                                  |                   |                             |
|----------------------------------|-------------------|-----------------------------|
| Kontrollen: Bacterium pyocyaneum | 18 - 20°C<br>37°C | 56. Tag: +++                |
| Bacterium fluorescens            | 18 - 20°C<br>37°C | 56. Tag: +++                |
| Bacillus mycoides                | 18 - 20°C<br>37°C | 56. Tag: ++<br>56. Tag: +++ |

Aus der Tabelle 30 geht hervor, daß sich Bacterium pyocyaneum und Bacterium fluorescens in Mischkulturen mit Bacillus mycoides in sterilisiertem Bachwasser bei Zimmer- und Brutschranktemperatur noch nach 56 Tagen vermehren. Das Wachstum von Bacterium fluorescens war im Vergleich zu dem der Kontrollen unverändert, während es von Bacterium pyocyaneum bei einer Bebrütungstemperatur von 37°C nach länger andauernder Mischkultur nur mittelstark war (vergl. zu Tabelle 1).

Bacillus mycoides wuchs in allen Mischkulturen nach 24 Stunden weniger stark als die Bakterien und ging bei Zimmertemperatur sehr bald zugrunde. In den Mischkulturen mit Bacterium pyocyaneum wurden innerhalb von 4 - 7 Tagen, in den Mischkulturen mit Bacterium fluorescens nach 3 - 6 Tagen keine lebensfähigen Bazillen mehr aufgefunden.

Bei Brutschranktemperatur wurde eine allmähliche Zunahme von Bacillus mycoides beobachtet. Nach 56 Tagen wuchs er in diesen Kulturen mittelstark. Im Kontrollversuch war jedoch bei 37°C ein sehr starkes Wachstum der Bazillen zu zeichnen (vergl. auch Tabelle 2).

Die Wachstumsstärke der eingesimpften Keime und die Lebensdauer von Bacillus mycoides bei Zimmertemperatur waren von der Zeit der Einsimpfung in das sterilisierte Bachwasser abhängig.

Bei der Feststellung des pH - Wertes ergab sich, daß in den Mischkulturen, die bei Zimmertemperatur bebrütet wurden, der Neutralwert nicht überschritten wurde, während in den bei 37°C aufbewahrten Kulturen eine langsame Alkalisierung (bis pH 7,5) stattfand.

Es kann somit festgestellt werden, daß sich die Lebensdauer von Bacillus mycoides in Mischkulturen mit Bacterium pyocyaneum bzw. Bacterium fluorescens bei Zimmertemperatur bedeutend verkürzte. Bei 37°C konnte dagegen nur ein schwächeres Wachstum der Bazillen ermittelt werden.

#### Bacterium pyocyaneum und Bacillus subtilis

sowie

#### Bacterium fluorescens und Bacillus subtilis.

Die Ergebnisse dieser Mischkulturversuche wurden in der Tabelle 31 zusammenge stellt.



Tabelle 31: Die Lebensdauer von *Bacterium pyocyaneum* (pyo) und *Bacillus subtilis* (sub) und von *Bacterium fluorescens* (flu) und *Bacillus subtilis* (sub) in sterilisiertem Bachwasser. (Anfangs-pH: 6,8).

| 1 Ose Bact. pyocyaneum +<br>gleichzeitig<br>1 Ose Bac. subtilis |     |        | 1 Ose Bact. pyocyaneum +<br>24 Stunden später<br>1 Ose Bac. subtilis |        |     | 1 Ose Bac. subtilis +<br>24 Stunden später<br>1 Ose Bact. pyocyaneum |     |        |
|-----------------------------------------------------------------|-----|--------|----------------------------------------------------------------------|--------|-----|----------------------------------------------------------------------|-----|--------|
| Nr. 1<br>18 - 20°C                                              |     |        | Nr. 2<br>37°C                                                        |        |     | Nr. 3<br>18 - 20°C                                                   |     |        |
| Nr. 4<br>37°C                                                   |     |        | Nr. 5<br>18 - 20°C                                                   |        |     | Nr. 6<br>37°C                                                        |     |        |
| Tag                                                             | pyo | sub pH | pyo                                                                  | sub pH | pyo | sub pH                                                               | pyo | sub pH |
| 1.                                                              | +++ | +++    | 6,8                                                                  | +++    | +++ | 6,8                                                                  | +++ | +++    |
| 3.                                                              | +++ | +++    |                                                                      | +++    | +++ |                                                                      | +++ | +++    |
| 4.                                                              | +++ | ++     |                                                                      | +++    | ++  |                                                                      | +++ | +++    |
| 6.                                                              | +++ | +      |                                                                      | +++    | +   |                                                                      | +++ | +++    |
| 7.                                                              | +++ | +      | 7,0                                                                  | +++    | +++ | 7,0                                                                  | +++ | +++    |
| 8.                                                              | +++ | +      |                                                                      | +++    | +   |                                                                      | +++ | +++    |
| 9.                                                              | +++ | +      |                                                                      | +++    | +   |                                                                      | +++ | +++    |
| 11.                                                             | +++ | +      |                                                                      | +++    | +   |                                                                      | +++ | +++    |
| 12.                                                             | +++ | -      | 7,0                                                                  | +++    | -   |                                                                      | +++ | ++     |
| 13.                                                             | +++ | -      |                                                                      | +++    | -   |                                                                      | +++ | +      |
| 14.                                                             | +++ | -      | 7,2                                                                  | +++    | -   | 7,2                                                                  | +++ | ++     |
| 15.                                                             | +++ | -      |                                                                      | +++    | -   |                                                                      | +++ | +      |
| 17.                                                             | +++ | -      |                                                                      | +++    | -   |                                                                      | +++ | +      |
| 18.                                                             | +++ | -      |                                                                      | +++    | -   |                                                                      | +++ | +      |
| 28.                                                             | +++ | -      | 7,0                                                                  | +++    | -   | 7,0                                                                  | +++ | +      |
| 29.                                                             | +++ | -      |                                                                      | +++    | -   |                                                                      | +++ | +      |
| 32.                                                             | +++ | -      |                                                                      | +++    | -   |                                                                      | +++ | -      |
| 56.                                                             | +++ | -      | 7,0                                                                  | +++    | -   | 7,0                                                                  | +++ | -      |

  

| 1 Ose Bact. fluorescens +<br>gleichzeitig<br>1 Ose Bac. subtilis |     |        | 1 Ose Bact. fluorescens +<br>24 Stunden später<br>1 Ose Bac. subtilis |        |     | 1 Ose Bac. subtilis +<br>24 Stunden später<br>1 Ose Bact. fluorescens |     |        |
|------------------------------------------------------------------|-----|--------|-----------------------------------------------------------------------|--------|-----|-----------------------------------------------------------------------|-----|--------|
| Nr. 1<br>18 - 20°C                                               |     |        | Nr. 2<br>37°C                                                         |        |     | Nr. 3<br>18 - 20°C                                                    |     |        |
| Nr. 4<br>37°C                                                    |     |        | Nr. 5<br>18 - 20°C                                                    |        |     | Nr. 6<br>37°C                                                         |     |        |
| Tag                                                              | flu | sub pH | flu                                                                   | sub pH | flu | sub pH                                                                | flu | sub pH |
| 1.                                                               | +++ | +++    | 6,8                                                                   | +++    | +++ | 6,8                                                                   | +++ | +++    |
| 5.                                                               | +++ | ++     |                                                                       | +++    | ++  |                                                                       | +++ | +++    |
| 7.                                                               | +++ | ++     | 7,0                                                                   | +++    | +++ | 7,0                                                                   | +++ | +++    |
| 12.                                                              | +++ | +      |                                                                       | +++    | +   |                                                                       | +++ | +++    |
| 14.                                                              | +++ | +      | 7,2                                                                   | +++    | +++ | 7,2                                                                   | +++ | +++    |
| 19.                                                              | +++ | +      |                                                                       | +++    | +   |                                                                       | +++ | +++    |
| 22.                                                              | +++ | +      |                                                                       | +++    | +   |                                                                       | +++ | +++    |
| 24.                                                              | +++ | -      | 7,2                                                                   | +++    | -   |                                                                       | +++ | +++    |
| 25.                                                              | +++ | -      |                                                                       | +++    | -   |                                                                       | +++ | +++    |
| 28.                                                              | +++ | -      | 7,0                                                                   | +++    | -   | 7,0                                                                   | +++ | +++    |
| 56.                                                              | +++ | -      | 7,0                                                                   | +++    | -   | 7,0                                                                   | +++ | +++    |

Kontrollen: *Bacterium pyocyaneum* 18 - 20°C 56. Tag: +++  
 37°C  
*Bacterium fluorescens* 18 - 20°C 56. Tag: +++  
 37°C  
*Bacillus subtilis* 18 - 20°C 56. Tag: +++  
 37°C

Die Tabelle 31 läßt erkennen, daß *Bacterium pyocyaneum* und *Bacterium fluorescens* in den Mischkulturen mit *Bacillus subtilis* in sterilisiertem Bachwasser bei Zimmer- und Brutschranktemperatur noch nach 56 Tagen sehr stark wuchsen. *Bacillus subtilis* entwickelte sich dagegen in diesen Mischkulturen sehr unterschiedlich: mit *Bacterium pyocyaneum* zusammen verringerte sich das Wachstum bei Temperaturen von 18 - 20°C und 37°C. Bei Zimmertemperatur erreichten die Bazillen eine Lebensdauer von 7 - 12 Tagen, während sich diese bei Brutschranktemperatur auf 27 - 31 Tage verlängerte, je nach dem Zeitpunkt ihrer Einimpfung.



18 - 20°C 56. Tag: +++  
37°C



*Bacterium fluorescens*18 - 20°C  
37°C

56. Tag: +++

*Micrococcus albus haemolyticus*18 - 20°C  
37°C

3. Tag: -

2. Tag: -

Die Tabelle 32 zeigt, daß sowohl *Bacterium pyocyaneum* als auch *Bacterium fluorescens* in Mischkulturen mit *Micrococcus albus haemolyticus* in sterilisiertem Bachwasser bei Temperaturen von 18 - 20°C und 37°C noch nach 56 Tagen sehr stark wuchsen.

*Micrococcus albus haemolyticus* war in den Mischkulturen mit *Bacterium pyocyaneum* bei Zimmertemperatur nach 10 Tagen, bei Reiftemperatur nach 6 - 7 Tagen nicht mehr nachzuweisen.

In den Mischkulturen mit *Bacterium fluorescens* wachte *Micrococcus albus haemolyticus* bei 18 - 20°C nach 12 - 14 Tagen und bei 37°C zwischen 7 und 9 Tagen nicht mehr isoliert werden.

Bei Zimmertemperatur gingen die pH-Werte nicht über den Neutralpunkt (7,0) hinaus, während bei 37°C eine allmähliche schwache Alkalisierung (bis pH 7,5) beobachtet wurde.

Die Lebensdauer von *Micrococcus albus haemolyticus* betrug in den Kontrollen bei 18 - 20°C 2 Tage, bei 37°C einen Tag (vergl. auch Tabelle 3). Im Vergleich zu den Kontrollen wurde festgestellt, daß die Mikrokokken in den Mischkulturen mit *Bacterium pyocyaneum* bzw. *Bacterium fluorescens* teilweise bedeutend länger lebten. Nur in den Mischkulturen *Bacterium fluorescens*/*Micrococcus albus haemolyticus* beeinflusste die Zeit der Verimpfung der Keime die Wachstumsstärke und die Lebensdauer der Mikrokokken.

Weiterhin wurde das Verhalten von *Bacterium pyocyaneum* bzw. *Bacterium fluorescens* in Mischkulturen mit *Streptococcus pyogenes* in sterilisiertem Bachwasser untersucht.

#### *Bacterium pyocyaneum* und *Streptococcus pyogenes* sowie

#### *Bacterium fluorescens* und *Streptococcus pyogenes*

In der Tabelle 33 wurden die Ergebnisse dieser Mischkulturversuche zusammengestellt.

Tabelle 33: Die Lebensdauer von *Bacterium pyocyaneum* (pyo) und *Streptococcus pyogenes* (str) und von *Bacterium fluorescens* (flu) und *Streptococcus pyogenes* (str) in sterilisiertem Bachwasser. (Anfangs-pH: 6,8).

| 1 Öse Bact. pyocyaneum +<br>gleichzeitig<br>1 Öse Strept. pyogenes |            |               |            | 1 Öse Bact. pyocyaneum +<br>24 Stunden später<br>1 Öse Strept. pyogenes |            |               |            | 1 Öse Strept. pyogenes +<br>24 Stunden später<br>1 Öse Bact. pyocyaneum |            |               |            |
|--------------------------------------------------------------------|------------|---------------|------------|-------------------------------------------------------------------------|------------|---------------|------------|-------------------------------------------------------------------------|------------|---------------|------------|
| Nr. 1<br>18 - 20°C                                                 |            | Nr. 2<br>37°C |            | Nr. 3<br>18 - 20°C                                                      |            | Nr. 4<br>37°C |            | Nr. 5<br>18 - 20°C                                                      |            | Nr. 6<br>37°C |            |
| Tag                                                                | pyo str pH | pyo str pH    | pyo str pH | pyo str pH                                                              | pyo str pH | pyo str pH    | pyo str pH | pyo str pH                                                              | pyo str pH | pyo str pH    | pyo str pH |
| 1.                                                                 | +++ ++ 6,8 | +++ + 6,8     | +++ + 6,8  | +++ + 6,8                                                               | +++ + 6,8  | +++ + 6,8     | +++ + 6,8  | +++ +++ 6,8                                                             | +++ ++ 6,8 | +++ + 6,8     | +++ + 6,8  |
| 3.                                                                 | +++ ++     | +++ +         | +++ +      | +++ +                                                                   | +++ +      | +++ +         | +++ +      | +++ +++                                                                 | +++ ++     | +++ +         | +++ +      |
| 4.                                                                 | +++ +      | +++ +         | +++ +      | +++ +                                                                   | +++ +      | +++ +         | +++ +      | +++ ++                                                                  | +++ ++     | +++ +         | +++ +      |
| 5.                                                                 | +++ +      | +++ - 7,0     | +++ +      | +++ +                                                                   | +++ +      | +++ +         | +++ +      | +++ +                                                                   | +++ +      | +++ - 7,0     | +++ - 7,0  |
| 6.                                                                 | +++ +      | +++ -         | +++ - 6,8  | +++ -                                                                   | +++ -      | +++ -         | +++ -      | +++ +                                                                   | +++ +      | +++ -         | +++ -      |
| 7.                                                                 | +++ - 6,8  | +++ - 7,0     | +++ - 6,8  | +++ - 7,0                                                               | +++ - 6,8  | +++ - 7,0     | +++ - 7,0  | +++ + 6,8                                                               | +++ + 6,8  | +++ - 7,0     | +++ - 7,0  |
| 8.                                                                 | +++ -      | +++ -         | +++ -      | +++ -                                                                   | +++ -      | +++ -         | +++ -      | +++ = 6,8                                                               | +++ = 6,8  | +++ -         | +++ -      |
| 21.                                                                | +++ - 6,8  | +++ - 7,2     | +++ - 6,8  | +++ - 7,2                                                               | +++ - 6,8  | +++ - 7,2     | +++ - 7,2  | +++ = 6,8                                                               | +++ = 6,8  | +++ - 7,2     | +++ - 7,2  |
| 28.                                                                | +++ - 6,8  | +++ - 7,5     | +++ - 6,8  | +++ - 7,5                                                               | +++ - 6,8  | +++ - 7,5     | +++ - 7,5  | +++ = 6,8                                                               | +++ = 6,8  | +++ - 7,5     | +++ - 7,5  |
| 35.                                                                | +++ - 7,0  | +++ - 7,5     | +++ - 7,0  | +++ - 7,5                                                               | +++ - 7,0  | +++ - 7,5     | +++ - 7,5  | +++ - 7,0                                                               | +++ - 7,0  | +++ - 7,5     | +++ - 7,5  |
| 56.                                                                | +++ - 7,0  | +++ - 7,5     | +++ - 7,0  | +++ - 7,5                                                               | +++ - 7,0  | +++ - 7,5     | +++ - 7,5  | +++ - 7,0                                                               | +++ - 7,0  | +++ - 7,5     | +++ - 7,5  |



|     |     |     |     | 1. Ose Strept. pyogenes<br>24 Stunden später<br>1. Ose Bact. fluorescens |     |     |     | 1. Ose Strept. pyogenes<br>24 Stunden später<br>1. Ose Bact. fluorescens |     |     |     |
|-----|-----|-----|-----|--------------------------------------------------------------------------|-----|-----|-----|--------------------------------------------------------------------------|-----|-----|-----|
|     |     |     |     | 18 - 20°C                                                                |     |     |     | 37°C                                                                     |     |     |     |
|     |     |     |     | 18 - 20°C                                                                |     |     |     | 37°C                                                                     |     |     |     |
|     |     |     |     | 18 - 20°C                                                                |     |     |     | 37°C                                                                     |     |     |     |
| 1.  | +++ | +++ | +++ | +++                                                                      | +++ | +++ | +++ | +++                                                                      | +++ | +++ | +++ |
| 2.  | +++ | +++ | +++ | +++                                                                      | +++ | +++ | +++ | +++                                                                      | +++ | +++ | +++ |
| 3.  | +++ | +++ | +++ | +++                                                                      | +++ | +++ | +++ | +++                                                                      | +++ | +++ | +++ |
| 4.  | +++ | +++ | +++ | +++                                                                      | +++ | +++ | +++ | +++                                                                      | +++ | +++ | +++ |
| 5.  | +++ | +++ | +++ | +++                                                                      | +++ | +++ | +++ | +++                                                                      | +++ | +++ | +++ |
| 6.  | +++ | +++ | +++ | +++                                                                      | +++ | +++ | +++ | +++                                                                      | +++ | +++ | +++ |
| 7.  | +++ | +++ | +++ | +++                                                                      | +++ | +++ | +++ | +++                                                                      | +++ | +++ | +++ |
| 8.  | +++ | +++ | +++ | +++                                                                      | +++ | +++ | +++ | +++                                                                      | +++ | +++ | +++ |
| 9.  | +++ | +++ | +++ | +++                                                                      | +++ | +++ | +++ | +++                                                                      | +++ | +++ | +++ |
| 10. | +++ | +++ | +++ | +++                                                                      | +++ | +++ | +++ | +++                                                                      | +++ | +++ | +++ |
| 11. | +++ | +++ | +++ | +++                                                                      | +++ | +++ | +++ | +++                                                                      | +++ | +++ | +++ |
| 12. | +++ | +++ | +++ | +++                                                                      | +++ | +++ | +++ | +++                                                                      | +++ | +++ | +++ |
| 13. | +++ | +++ | +++ | +++                                                                      | +++ | +++ | +++ | +++                                                                      | +++ | +++ | +++ |
| 14. | +++ | +++ | +++ | +++                                                                      | +++ | +++ | +++ | +++                                                                      | +++ | +++ | +++ |
| 15. | +++ | +++ | +++ | +++                                                                      | +++ | +++ | +++ | +++                                                                      | +++ | +++ | +++ |

Kontrollen: *Bacterium pyocyaneum*

18 - 20°C 56. Tag: +++  
37°C

*Bacterium fluorescens*

18 - 20°C 56. Tag: +++  
37°C

*Streptococcus pyogenes*

18 - 20°C 14. Tag: -  
37°C 6. Tag: -

Aus der Tabelle 33 ist zu entnehmen, daß *Bacterium pyocyaneum* und *Bacterium fluorescens* in den Mischkulturen mit *Streptococcus pyogenes* in sterilisiertem Bachwasser noch nach 56 Tagen sehr stark wuchsen.

Die Mischkulturen *Bacterium pyocyaneum*, *Streptococcus pyogenes* enthielten bei Zimmertemperatur 5 - 7 Tage lang, bei 37°C 3 - 4 Tage lang lebensfähige Streptokokken.

Mit *Bacterium fluorescens* in das sterilisierte Bachwasser verimpft lebten die Streptokokken bei 18 - 20°C 4 - 6 Tage und bei 37°C 3 - 4 Tage.

Die unterschiedliche Einimpfungszeit der Keime zog eine verschieden lange Lebensdauer der Streptokokken vor allem bei 18 - 20°C nach sich. Ebenso wirkte sie sich auf ihre Wachstumsdichte aus.

Bei Zimmertemperatur änderten sich die pH - Werte in den Mischkulturen fast nicht, während bei 37°C Werte bis 7,5 gemessen wurden.

In den gleichzeitig angesetzten Kontrollen wurde die Lebensdauer von *Streptococcus pyogenes* bei Temperaturen von 18 - 20°C mit 13 Tagen und bei 37°C mit 5 Tagen bestimmt (vergl. auch Tabelle 3).

Gegenüber den Kontrollen wurde die Vermehrungsfähigkeit der Streptokokken bei Anwesenheit von *Bacterium pyocyaneum* bzw. *Bacterium fluorescens* verkürzt.

### Versuchsgruppe 3: Aerobe Sporenbildner.

Im fünften Versuchsabschnitt wurden aerobe Sporenbildner (*Bacillus mesentericus*, *Bacillus mycoides* und *Bacillus subtilis*) mit Kokken zusammen in sterilisiertes Bachwasser geimpft.

Zunächst wurde die Lebensdauer von *Bacillus mesentericus* in Mischkulturen mit hämolytischen Mikrokokken in sterilisiertem Bachwasser geprüft.

#### *Bacillus mesentericus* und *Micrococcus albus haemolyticus*.

Zu diesem Versuch wurden außer den Mischkulturen Nr. 1 - 6 zusätzlich noch 6 Kulturen Nr. 7, 8, 13 und 14 angesetzt, wie unter III S. 11 und 12 beschrieben ist.

Die Tabelle 34 enthält die Ergebnisse dieser Untersuchungen.



Tabelle 34: Die Lebensdauer von *Bacillus mesentericus* (mes.) und *Micrococcus albus haemolyticus* (alb) in sterilisiertem Bachwasser (Anfangs pH : 6,0).

| 1 Ose Bac. mesentericus +<br>gleichzeitig<br>1 Ose Micr. albus haem. |         |     | 1 Ose Bac. mesentericus +<br>24 Stunden später<br>1 Ose Micr. albus haem. |     |         | 1 Ose Micr. albus haem.<br>24 Stunden später<br>1 Ose Bac. mesentericus |         |     |               |     |         |                    |         |     |               |     |  |
|----------------------------------------------------------------------|---------|-----|---------------------------------------------------------------------------|-----|---------|-------------------------------------------------------------------------|---------|-----|---------------|-----|---------|--------------------|---------|-----|---------------|-----|--|
| Nr. 1<br>18 - 20°C                                                   |         |     | Nr. 2<br>37°C                                                             |     |         | Nr. 3<br>18 - 20°C                                                      |         |     | Nr. 4<br>37°C |     |         | Nr. 5<br>18 - 20°C |         |     | Nr. 6<br>37°C |     |  |
| Tag                                                                  | mes alb | pH  | mes alb                                                                   | pH  | mes alb | pH                                                                      | mes alb | pH  | mes alb       | pH  | mes alb | pH                 | mes alb | pH  | mes alb       | pH  |  |
| 1.                                                                   | +++ ++  | 6,8 | +++ ++                                                                    | 6,8 | +++ +   | 6,8                                                                     | +++ +   | 6,8 | +++ ++        | 6,8 | +++ ++  | 6,8                | +++ ++  | 6,8 | +++ ++        | 6,8 |  |
| 2.                                                                   | +++ ++  |     | +++ ++                                                                    |     | +++ +   |                                                                         | +++ +   |     | +++ ++        |     | +++ ++  |                    | +++ ++  |     | +++ ++        |     |  |
| 3.                                                                   | +++ ++  |     | +++ ++                                                                    |     | +++ +   |                                                                         | +++ +   |     | +++ ++        |     | +++ ++  |                    | +++ ++  |     | +++ ++        |     |  |
| 4.                                                                   | +++ ++  |     | +++ ++                                                                    |     | +++ +   |                                                                         | +++ +   | 0   | +++ ++        |     | +++ ++  |                    | +++ ++  |     | +++ ++        | 7,0 |  |
| 5.                                                                   | +++ ++  |     | +++ ++                                                                    | 7,0 | +++ ++  | 7,0                                                                     | +++ ++  |     | +++ ++        |     | +++ ++  |                    | +++ ++  |     | +++ ++        |     |  |
| 7.                                                                   | +++ ++  | 7,0 | +++ ++                                                                    | 7,2 | +++ ++  | 7,0                                                                     | +++ ++  | 7,2 | +++ ++        | 7,0 | +++ ++  | 7,0                | +++ ++  | 7,2 | +++ ++        | 7,2 |  |
| 14.                                                                  | +++ ++  | 7,2 | +++ ++                                                                    | 7,5 | +++ ++  | 7,2                                                                     | +++ ++  | 7,5 | +++ ++        | 7,2 | +++ ++  | 7,2                | +++ ++  | 7,5 | +++ ++        | 7,5 |  |
| 16.                                                                  | +++ ++  |     | +++ ++                                                                    |     | +++ ++  |                                                                         | +++ ++  |     | +++ ++        |     | +++ ++  |                    | +++ ++  |     | +++ ++        |     |  |
| 19.                                                                  | +++ ++  |     | +++ ++                                                                    |     | +++ ++  |                                                                         | +++ ++  |     | +++ ++        |     | +++ ++  |                    | +++ ++  |     | +++ ++        |     |  |
| 21.                                                                  | +++ ++  | 7,2 | +++ ++                                                                    |     | +++ ++  |                                                                         | +++ ++  |     | +++ ++        |     | +++ ++  |                    | +++ ++  |     | +++ ++        |     |  |
| 24.                                                                  | +++ ++  |     | +++ ++                                                                    |     | +++ ++  |                                                                         | +++ ++  |     | +++ ++        |     | +++ ++  |                    | +++ ++  |     | +++ ++        |     |  |
| 35.                                                                  | +++ ++  | 7,2 | +++ ++                                                                    | 7,5 | +++ ++  | 7,2                                                                     | +++ ++  | 7,5 | +++ ++        | 7,2 | +++ ++  | 7,2                | +++ ++  | 7,5 | +++ ++        | 7,5 |  |

| 1 Ose Bac. mesentericus +<br>gleichzeitig<br>1 Ose Micr. albus haem. |         |     | 1 Ose Bac. mesentericus +<br>gleichzeitig<br>3 Osen Micr. albus haem. |     |         |                     |         |     |                |     |         |     |
|----------------------------------------------------------------------|---------|-----|-----------------------------------------------------------------------|-----|---------|---------------------|---------|-----|----------------|-----|---------|-----|
| Nr. 7<br>18 - 20°C                                                   |         |     | Nr. 8<br>37°C                                                         |     |         | Nr. 13<br>18 - 20°C |         |     | Nr. 14<br>37°C |     |         |     |
| Tag                                                                  | mes alb | pH  | mes alb                                                               | pH  | mes alb | pH                  | mes alb | pH  | mes alb        | pH  | mes alb | pH  |
| 1.                                                                   | +++ ++  | 6,8 | +++ ++                                                                | 6,8 | +++ ++  | 6,8                 | +++ ++  | 6,8 | +++ ++         | 6,8 | +++ ++  | 6,8 |
| 2.                                                                   | +++ ++  |     | +++ ++                                                                |     | +++ ++  |                     | +++ ++  |     | +++ ++         |     | +++ ++  |     |
| 3.                                                                   | +++ ++  |     | +++ ++                                                                |     | +++ ++  |                     | +++ ++  |     | +++ ++         | 7,0 | +++ ++  | 7,0 |
| 4.                                                                   | +++ ++  |     | +++ ++                                                                | 7,0 | +++ ++  |                     | +++ ++  |     | +++ ++         |     | +++ ++  |     |
| 5.                                                                   | +++ ++  |     | +++ ++                                                                |     | +++ ++  |                     | +++ ++  |     | +++ ++         |     | +++ ++  |     |
| 7.                                                                   | +++ ++  | 7,0 | +++ ++                                                                | 7,2 | +++ ++  | 7,0                 | +++ ++  | 7,2 | +++ ++         | 7,2 | +++ ++  | 7,2 |
| 8.                                                                   | +++ ++  |     | +++ ++                                                                |     | +++ ++  |                     | +++ ++  |     | +++ ++         |     | +++ ++  |     |
| 14.                                                                  | +++ ++  | 7,2 | +++ ++                                                                | 7,5 | +++ ++  | 7,2                 | +++ ++  | 7,5 | +++ ++         | 7,5 | +++ ++  | 7,5 |
| 19.                                                                  | +++ ++  |     | +++ ++                                                                |     | +++ ++  |                     | +++ ++  |     | +++ ++         |     | +++ ++  |     |
| 22.                                                                  | +++ ++  |     | +++ ++                                                                |     | +++ ++  |                     | +++ ++  |     | +++ ++         |     | +++ ++  |     |
| 35.                                                                  | +++ ++  | 7,2 | +++ ++                                                                | 7,5 | +++ ++  | 7,2                 | +++ ++  | 7,5 | +++ ++         | 7,5 | +++ ++  | 7,5 |

|                                   |           |              |
|-----------------------------------|-----------|--------------|
| Kontrollen: Bacillus mesentericus | 18 - 20°C | 35. Tag: +++ |
|                                   | 37°C      |              |
| Micrococcus albus                 | 18 - 20°C | 3. Tag: -    |
| haemolyticus                      | 37°C      | 2. Tag: -    |

Aus der Tabelle 34 ist ersichtlich, daß *Bacillus mesentericus* in den Mischkulturen mit *Micrococcus albus haemolyticus* in sterilisiertem Bachwasser bei Zimmer- und Brutschranktemperatur noch nach 35 Tagen sehr stark wuchs. *Micrococcus albus haemolyticus* nahm dagegen immer mehr ab und war bei Temperaturen von 18 - 20°C nach 5 - 24 Tagen und bei 37°C nach 4 - 7 Tagen neben den Bazillen nicht mehr lebensfähig.

Die unterschiedliche Einimpfungszeit der Keime sowie die verimpfte Keimmenge hatten nicht immer eine verschieden lange Lebensdauer der Mikrokokken zur Folge, wie aus den Ergebnissen der Mischkulturen Nr. 4 und 3 und Nr. 6 und 14 hervorgeht. Auf die Stärke des Wachstums sowohl der Bazillen als auch der Kokken wirkten sich diese Faktoren jedoch in allen Fällen aus. Diente z.B. eine Keimart zur Reinfektion, dann war sie auch nach 24stündiger Mischkultur weniger zahlreich vorhanden als die andere zuerst verimpfte Art.

Die Ermittlung des pH - Wertes ergab eine schwache Alkalisierung in den Mischkulturen.

In den Kontrollen lebte *Micrococcus albus haemolyticus* bei Zimmertemperatur 2 Tage und bei 37°C einen Tag lang (vergl. auch Tabelle 3). Die Vermehrungsfähigkeit der Mikrokokken wurde also durch die Anwesenheit von *Bacillus*







Bacillus mesentericus und Micrococcus aureus haemolyticus.

Für diesen Versuch wurden neben den sonst angesetzten 6 Mischkulturen noch weitere 4 (Nr. 7, 8, 13 und 14) angelegt. In der Tabelle 36 wurden die Ergebnisse der Untersuchungen zusammengefaßt.

Tabelle 36: Die Lebensdauer von *Bacillus mesentericus* (mes) und *Micrococcus aureus* haemolyticus (aur) in sterilisiertem Bachwasser (Anfangs pH: 6,6).

| 1 Öse Bac. mesentericus +<br>gleichzeitig<br>1 Öse Micr. aureus haem. |             |               |             | 1 Öse Bac. mesentericus +<br>24 Stunden später<br>1 Öse Micr. aureus haem. |             |               |             | 1 Öse Micr. aureus haem.<br>24 Stunden später<br>1 Öse Bac. mesentericus |             |               |             |
|-----------------------------------------------------------------------|-------------|---------------|-------------|----------------------------------------------------------------------------|-------------|---------------|-------------|--------------------------------------------------------------------------|-------------|---------------|-------------|
| Nr. 1<br>18 - 20°C                                                    |             | Nr. 2<br>37°C |             | Nr. 3<br>18 - 20°C                                                         |             | Nr. 4<br>37°C |             | Nr. 5<br>18 - 20°C                                                       |             | Nr. 6<br>37°C |             |
| Tag                                                                   | mes aur pH  | mes aur pH    | mes aur pH  | mes aur pH                                                                 | mes aur pH  | mes aur pH    | mes aur pH  | mes aur pH                                                               | mes aur pH  | mes aur pH    | mes aur pH  |
| 1.                                                                    | +++ +++ 6,8 | +++ +++ 6,8   | +++ +++ 6,8 | +++ +++ 6,8                                                                | +++ +++ 6,8 | +++ +++ 6,8   | +++ +++ 6,8 | +++ +++ 6,8                                                              | +++ +++ 6,8 | +++ +++ 6,8   | +++ +++ 6,8 |
| 2.                                                                    | +++ +++     | +++ ++        | +++ +++     | +++ ++                                                                     | +++ +++     | +++ ++        | +++ +++     | +++ +++                                                                  | +++ +++     | +++ ++        | +++ ++      |
| 3.                                                                    | +++ +++     | +++ +         | +++ +++     | +++ +                                                                      | +++ +++     | +++ +         | +++ +++     | +++ +++                                                                  | +++ +++     | +++ +         | +++ +       |
| 4.                                                                    | +++ +++     | +++ - 7,0     | +++ ++      | +++ - 7,0                                                                  | +++ +++     | +++ - 7,0     | +++ +++     | +++ +++                                                                  | +++ +++     | +++ - 7,0     | +++ - 7,0   |
| 5.                                                                    | +++ ++      | +++ -         | +++ ++      | +++ -                                                                      | +++ ++      | +++ -         | +++ ++      | +++ +++                                                                  | +++ +++     | +++ -         | +++ -       |
| 7.                                                                    | +++ ++ 7,0  | +++ - 7,2     | +++ ++ 7,0  | +++ - 7,2                                                                  | +++ ++ 7,0  | +++ - 7,2     | +++ ++ 7,0  | +++ +++ 7,0                                                              | +++ +++ 7,0 | +++ - 7,2     | +++ - 7,2   |
| 9.                                                                    | +++ +       | +++ -         | +++ +       | +++ -                                                                      | +++ +       | +++ -         | +++ +       | +++ ++                                                                   | +++ ++      | +++ -         | +++ -       |
| 10.                                                                   | +++ +       | +++ -         | +++ +       | +++ -                                                                      | +++ +       | +++ -         | +++ +       | +++ ++                                                                   | +++ ++      | +++ -         | +++ -       |
| 12.                                                                   | +++ +       | +++ -         | +++ +       | +++ -                                                                      | +++ +       | +++ -         | +++ +       | +++ +                                                                    | +++ +       | +++ -         | +++ -       |
| 13.                                                                   | +++ +       | +++ -         | +++ +       | +++ -                                                                      | +++ +       | +++ -         | +++ +       | +++ +                                                                    | +++ +       | +++ -         | +++ -       |
| 14.                                                                   | +++ + 7,2   | +++ - 7,5     | +++ + 7,2   | +++ - 7,5                                                                  | +++ + 7,2   | +++ - 7,5     | +++ + 7,2   | +++ + 7,2                                                                | +++ + 7,2   | +++ - 7,5     | +++ - 7,5   |
| 15.                                                                   | +++ -       | +++ -         | +++ -       | +++ -                                                                      | +++ -       | +++ -         | +++ -       | +++ -                                                                    | +++ -       | +++ -         | +++ -       |
| 22.                                                                   | +++ -       | +++ -         | +++ -       | +++ -                                                                      | +++ -       | +++ -         | +++ -       | +++ -                                                                    | +++ -       | +++ -         | +++ -       |
| 35.                                                                   | +++ - 7,2   | +++ - 7,5     | +++ - 7,2   | +++ - 7,5                                                                  | +++ - 7,2   | +++ - 7,5     | +++ - 7,2   | +++ - 7,2                                                                | +++ - 7,2   | +++ - 7,5     | +++ - 7,5   |

| 3 Ösen Bac. mesentericus +<br>gleichzeitig<br>1 Öse Micr. aureus haem. |             |               |             | 1 Öse Bac. mesentericus +<br>gleichzeitig<br>3 Ösen Micr. aureus haem. |             |                |             |
|------------------------------------------------------------------------|-------------|---------------|-------------|------------------------------------------------------------------------|-------------|----------------|-------------|
| Nr. 7<br>18 - 20°C                                                     |             | Nr. 8<br>37°C |             | Nr. 13<br>18 - 20°C                                                    |             | Nr. 14<br>37°C |             |
| Tag                                                                    | mes aur pH  | mes aur pH    | mes aur pH  | mes aur pH                                                             | mes aur pH  | mes aur pH     | mes aur pH  |
| 1.                                                                     | +++ +++ 6,8 | +++ +++ 6,8   | +++ +++ 6,8 | +++ +++ 6,8                                                            | +++ +++ 6,8 | +++ +++ 6,8    | +++ +++ 6,8 |
| 2.                                                                     | +++ +++     | +++ ++        | +++ +++     | +++ ++                                                                 | +++ +++     | +++ ++         | +++ ++      |
| 3.                                                                     | +++ +++     | +++ +         | +++ +++     | +++ +                                                                  | +++ +++     | +++ +          | +++ +       |
| 4.                                                                     | +++ +++     | +++ - 7,0     | +++ +++     | +++ - 7,0                                                              | +++ +++     | +++ - 7,0      | +++ - 7,0   |
| 5.                                                                     | +++ ++      | +++ -         | +++ +++     | +++ -                                                                  | +++ ++      | +++ -          | +++ -       |
| 6.                                                                     | +++ ++      | +++ -         | +++ ++      | +++ -                                                                  | +++ ++      | +++ -          | +++ -       |
| 7.                                                                     | +++ ++ 7,0  | +++ - 7,2     | +++ ++ 7,0  | +++ - 7,2                                                              | +++ ++ 7,0  | +++ - 7,2      | +++ - 7,2   |
| 9.                                                                     | +++ +       | +++ -         | +++ +       | +++ -                                                                  | +++ +       | +++ -          | +++ -       |
| 12.                                                                    | +++ +       | +++ -         | +++ +       | +++ -                                                                  | +++ +       | +++ -          | +++ -       |
| 14.                                                                    | +++ - 7,2   | +++ - 7,5     | +++ + 7,2   | +++ - 7,5                                                              | +++ - 7,2   | +++ - 7,5      | +++ - 7,5   |
| 21.                                                                    | +++ -       | +++ -         | +++ -       | +++ -                                                                  | +++ -       | +++ -          | +++ -       |
| 35.                                                                    | +++ - 7,2   | +++ - 7,5     | +++ - 7,2   | +++ - 7,5                                                              | +++ - 7,2   | +++ - 7,5      | +++ - 7,5   |

Kontrollen: *Bacillus mesentericus*

18 - 20°C  
37°C

35. Tag: +++

*Micrococcus aureus*  
*haemolyticus*

18 - 20°C  
37°C

4. Tag: -

3. Tag: -

Aus der Tabelle 36 geht hervor, daß sich *Bacillus mesentericus* in den Mischkulturen mit *Micrococcus aureus* haemolyticus in sterilisiertem Bachwasser bei Temperaturen von 18 - 20°C und 37°C nach Verlauf von 15 Tagen sehr stark vermehrt, während die Mikrokokken abnehmen und bei Zimmertemperatur nach 13 - 22 Tagen, bei Brutschranktemperatur nach 4 Tagen nicht mehr nachgewiesen werden konnten. Bei Zimmertemperatur wurde ein Einfluß der Einsaatzeit und -menge der Keime auf die Wachstumsstärke und die Lebenslänge der Mikrokokken beobachtet. Sie lebten am längsten, wenn sie vor den Bazillen verimpft wurden (Nr 5) und am kürzesten



der Kultur, in der sie zur Reinfektion dienten (Nr. 3). In den bei 37°C verwahrten Proben erhielten diese Faktoren keine Rolle, da die Mikrokokken überall zur selbständigen Vermehrung gelangten.

Die pH-Werte der Bakillienkultur bewegten sich allmählich in den schwach alkalischen Bereich (pH 7,2 bei 18°C und pH 7,5 bei 37°C). Als die Bakillienkultur nach 40 Tagen im Brutschrank bei 37°C veratmet wurde, wurde der pH-Wert auf 7,5 festgestellt. Bei 18°C betrug er 7,2.

In den gleichzeitig veratmeten Kontrollen hatte *Micrococcus aureus haemolyticus* bei 37°C nach 2 Tagen lang (vergl. Tabelle 37) keine Vermehrung erreicht. Demgegenüber war die Vermehrung in den Mischkulturen mit *Bacillus mesentericus* in sterilisiertem Bachwasser besonders bei Zimmertemperatur erheblich vergrößert. Bei Brutschranktemperaturen war er um 24 Stunden länger vermehrungsfähig als in der Kontrolle.

Durch Verimpfung einer großen Mikrokokkenzahl in das sterilisierte Bachwasser in kleinen Mengen von *Bacillus mesentericus* zusammen wurde geprüft, ob auch in die Fälle die Kokken vor den Bazillen in den Mischkulturen eingehen würden. Zu diesem Zweck erfolgte eine Beimpfung des sterilisierten Bachwassers mit Ösen einer Agarkulturschwemmung von *Micrococcus aureus haemolyticus* und Ösen einer Bouillonkultur von *Bacillus mesentericus*. Es wurden nur die Mischkulturen Nr. 1 - 6 angesetzt. Die Ergebnisse dieser Untersuchungen sind in der Tabelle 37 zusammengefasst.

Tabelle 37: Die Lebensdauer von *Bacillus mesentericus* (mes) und *Micrococcus aureus haemolyticus* (aur) in sterilisiertem Bachwasser. (Anfangs-pH: 7,0).

|                                                                                     |     |     |     |                                                                                          |     |     |  |                                                                                        |     |     |  |               |     |     |  |                    |     |     |  |               |     |     |     |
|-------------------------------------------------------------------------------------|-----|-----|-----|------------------------------------------------------------------------------------------|-----|-----|--|----------------------------------------------------------------------------------------|-----|-----|--|---------------|-----|-----|--|--------------------|-----|-----|--|---------------|-----|-----|-----|
| 1 Öse <i>Bac. mesentericus</i> +<br>gleichzeitig<br>1 Öse <i>Micr. aureus haem.</i> |     |     |     | 1 Öse <i>Bac. mesentericus</i> +<br>24 Stunden später<br>1 Öse <i>Micr. aureus haem.</i> |     |     |  | 1 Öse <i>Micr. aureus haem.</i><br>24 Stunden später<br>1 Öse <i>Bac. mesentericus</i> |     |     |  |               |     |     |  |                    |     |     |  |               |     |     |     |
| Nr. 1<br>18 - 20°C                                                                  |     |     |     | Nr. 2<br>37°C                                                                            |     |     |  | Nr. 3<br>18 - 20°C                                                                     |     |     |  | Nr. 4<br>37°C |     |     |  | Nr. 5<br>18 - 20°C |     |     |  | Nr. 6<br>37°C |     |     |     |
| Tag                                                                                 | mes | aur | pH  | mes                                                                                      | aur | pH  |  | mes                                                                                    | aur | pH  |  | mes           | aur | pH  |  | mes                | aur | pH  |  | mes           | aur | pH  |     |
| 1.                                                                                  | +   | +++ | 7,0 | ++                                                                                       | +++ | 7,0 |  | ++                                                                                     | +++ | 7,0 |  | +++           | ++  | 7,0 |  | +                  | +++ | 7,0 |  | +             | +++ | 7,0 |     |
| 2.                                                                                  | +   | +++ |     | +++                                                                                      | ++  |     |  | ++                                                                                     | +++ |     |  | +++           | ++  |     |  | +                  | +++ |     |  | ++            | +++ |     |     |
| 3.                                                                                  | +   | +++ |     | +++                                                                                      | ++  |     |  | ++                                                                                     | +++ |     |  | +++           | ++  |     |  | +                  | +++ |     |  | ++            | +++ |     |     |
| 4.                                                                                  | +   | +++ |     | +++                                                                                      | ++  |     |  | ++                                                                                     | +++ |     |  | +++           | ++  |     |  | +                  | +++ |     |  | ++            | +++ |     |     |
| 5.                                                                                  | +   | +++ |     | +++                                                                                      | ++  |     |  | ++                                                                                     | +++ |     |  | +++           | ++  |     |  | +                  | +++ |     |  | ++            | +++ |     |     |
| 6.                                                                                  | +   | +++ |     | +++                                                                                      | ++  | 7,2 |  | ++                                                                                     | +++ |     |  | +++           | ++  | 7,2 |  | +                  | +++ |     |  | ++            | +++ |     | 7,2 |
| 7.                                                                                  | +   | +++ | 7,0 | +++                                                                                      | ++  | 7,2 |  | ++                                                                                     | +++ | 7,0 |  | +++           | ++  | 7,2 |  | +                  | +++ | 7,0 |  | ++            | +++ |     | 7,0 |
| 8.                                                                                  | ++  | +++ |     | +++                                                                                      | ++  |     |  | ++                                                                                     | +++ |     |  | +++           | ++  |     |  | +                  | +++ |     |  | ++            | +++ |     |     |
| 13.                                                                                 | ++  | +++ |     | +++                                                                                      | ++  |     |  | +++                                                                                    | ++  |     |  | +++           | ++  |     |  | +                  | +++ |     |  | ++            | +++ |     |     |
| 14.                                                                                 | ++  | +++ | 7,2 | +++                                                                                      | ++  | 7,5 |  | +++                                                                                    | ++  | 7,2 |  | +++           | ++  | 7,5 |  | +                  | +++ | 7,2 |  | ++            | +++ |     | 7,2 |
| 16.                                                                                 | ++  | ++  |     | +++                                                                                      | ++  |     |  | +++                                                                                    | ++  |     |  | +++           | ++  |     |  | +                  | +++ |     |  | ++            | +++ |     |     |
| 27.                                                                                 | +++ | ++  |     | +++                                                                                      | ++  |     |  | +++                                                                                    | ++  |     |  | +++           | ++  |     |  | ++                 | +++ |     |  | +++           | ++  |     |     |
| 28.                                                                                 | +++ | ++  |     | +++                                                                                      | ++  |     |  | +++                                                                                    | ++  |     |  | +++           | ++  |     |  | ++                 | +++ |     |  | +++           | ++  |     |     |
| 30.                                                                                 | +++ | ++  |     | +++                                                                                      | ++  |     |  | +++                                                                                    | ++  | 7,2 |  | +++           | ++  |     |  | +++                | ++  |     |  | +++           | ++  |     |     |
| 31.                                                                                 | +++ | +   |     | +++                                                                                      | ++  |     |  | +++                                                                                    | ++  |     |  | +++           | ++  |     |  | +++                | ++  |     |  | +++           | ++  |     |     |
| 34.                                                                                 | +++ | +   |     | +++                                                                                      | ++  |     |  | +++                                                                                    | ++  |     |  | +++           | ++  |     |  | +++                | ++  |     |  | +++           | ++  |     |     |
| 35.                                                                                 | +++ | -   | 7,2 | +++                                                                                      | ++  |     |  | +++                                                                                    | ++  |     |  | +++           | ++  |     |  | +++                | ++  |     |  | +++           | ++  |     |     |
| 43.                                                                                 | +++ | -   | 7,2 | +++                                                                                      | ++  | 7,5 |  | +++                                                                                    | ++  | 7,2 |  | +++           | ++  | 7,5 |  | +++                | ++  | 7,2 |  | +++           | ++  |     | 7,2 |

Kontrollen: *Bacillus mesentericus*

18 - 20°C  
37°C

43. Tag: +++

*Micrococcus aureus*  
*haemolyticus*

18 - 20°C  
37°C

21. Tag:

6. Tag:

Obwohl die Mikrokokken in großen Dosen in das sterilisierte Bachwasser befördert wurden, verschwanden sie rasch wieder vor den Bazillen. Sie lebten aber vor allem bei Temperaturen von 18 - 20°C bedeutend länger als bei einer Übertragung durch Ösen einer Bakillienkultur. Die bei Zimmertemperatur aufbewahrten Kulturröhrchen waren nach 30 - 41 Tagen, die bei 37°C im Brutschrank belassenen Proben nach



6 Tagen nicht mehr mit Mikrokokken bewachsen.

Der Nachweis von *Bacillus mesentericus* gelang dagegen überall noch nach 49tägiger Kulturdauer.

Die Mikrokokken blieben jedoch auch hier in den Mischkulturen bei Zimmertemperatur längere Zeit am Leben als in der Kontrolle bei massiver Verimpfung. In der eine 20tägige Lebensfähigkeit ermittelt wurde (vergl. auch Tabelle 3).

Bei Brutschranktemperatur lebten sie im Gegensatz zum vorangegangenen Versuch nur ebenso lange wie in der Reinkultur.

Gegenätzlich zum ersten Versuch wurde beobachtet, daß sich die Einimpfungseiz und -menge auch auf das Wachstum der Bazillen auswirkte. Infolge der großen Mikrokokkenzahl vermehrten sie sich nämlich, wenn sie gleichzeitig mit dem Keimen oder 24 Stunden nach dessen in das sterilisierte Bachwasser gebracht wurden, anfänglich nicht so stark wie diese.

Der Einfluß der Bruttemperatur zeigte sich darin, daß die Bazillen bei 37°C rascher zunahmen als bei 18 - 20°C, und daß die Mikrokokken bei Brutschranktemperatur rascher abnahmen als bei Zimmertemperatur.

In den Mischkulturen wurde ebenso wie im vorhergehenden Versuch eine schwache Alkalisierung ermittelt.

Zu den folgenden Versuchen mit aeroben Sporenbildnern und hämolytischen Mikrokokken wurde *Micrococcus albus haemolyticus* als der häufigste Vertreter seiner Gattung herangezogen.

*Bacillus mycoides* und *Micrococcus albus haemolyticus* sowie  
*Bacillus subtilis* und *Micrococcus albus haemolyticus*.

Diese Mischkulturversuche wurden zum besseren Vergleich in der Tabelle 38 zusammengestellt.

Tabelle 38: Die Lebensdauer von *Bacillus mycoides* (myc) und *Micrococcus albus haemolyticus* (alb) und von *Bacillus subtilis* (sub) und *Micrococcus albus haemolyticus* (alb) in sterilisiertem Bachwasser. (Anfangs-pH: 6,8).

| 1 Öse <i>Bac. mycoides</i> +<br>gleichzeitig<br>1 Öse <i>Micr. albus haem.</i> |            |               |            | 1 Öse <i>Bac. mycoides</i> +<br>24 Stunden später<br>1 Öse <i>Micr. albus haem.</i> |            |               |            | 1 Öse <i>Micr. albus haem.</i> +<br>24 Stunden später<br>1 Öse <i>Bac. mycoides</i> |            |               |            |
|--------------------------------------------------------------------------------|------------|---------------|------------|-------------------------------------------------------------------------------------|------------|---------------|------------|-------------------------------------------------------------------------------------|------------|---------------|------------|
| Nr. 1<br>18 - 20°C                                                             |            | Nr. 2<br>37°C |            | Nr. 3<br>18 - 20°C                                                                  |            | Nr. 4<br>37°C |            | Nr. 5<br>18 - 20°C                                                                  |            | Nr. 6<br>37°C |            |
| Tag                                                                            | myc alb pH | myc alb pH    | myc alb pH | myc alb pH                                                                          | myc alb pH | myc alb pH    | myc alb pH | myc alb pH                                                                          | myc alb pH | myc alb pH    | myc alb pH |
| 1.                                                                             | +++ + 6,8  | +++ + 6,8     | +++ + 6,8  | +++ + 6,8                                                                           | +++ + 6,8  | +++ + 6,8     | +++ + 6,8  | +++ + 6,8                                                                           | +++ + 6,8  | +++ + 6,8     | +++ + 6,8  |
| 7.                                                                             | +++ + 7,0  | +++ + 7,0     | +++ + 7,0  | +++ + 7,0                                                                           | +++ + 7,0  | +++ + 7,0     | +++ + 7,0  | +++ + 7,0                                                                           | +++ + 7,0  | +++ + 7,0     | +++ + 7,0  |
| 9.                                                                             | +++ +      | +++ +         | +++ +      | +++ +                                                                               | +++ +      | +++ +         | +++ +      | +++ +                                                                               | +++ +      | +++ +         | +++ +      |
| 11.                                                                            | +++ +      | +++ +         | +++ +      | +++ +                                                                               | +++ +      | +++ +         | +++ +      | +++ +                                                                               | +++ +      | +++ +         | +++ +      |
| 14.                                                                            | +++ + 7,0  | +++ + 7,2     | +++ + 7,0  | +++ + 7,2                                                                           | +++ + 7,0  | +++ + 7,2     | +++ + 7,0  | +++ + 7,0                                                                           | +++ + 7,2  | +++ + 7,2     | +++ + 7,2  |
| 23.                                                                            | +++ +      | +++ +         | +++ +      | +++ +                                                                               | +++ +      | +++ +         | +++ +      | +++ +                                                                               | +++ +      | +++ +         | +++ +      |
| 25.                                                                            | +++ +      | +++ +         | +++ +      | +++ +                                                                               | +++ +      | +++ +         | +++ +      | +++ +                                                                               | +++ +      | +++ +         | +++ +      |
| 23.                                                                            | +++ + 7,0  | +++ + 7,5     | +++ + 7,0  | +++ + 7,5                                                                           | +++ + 7,0  | +++ + 7,5     | +++ + 7,0  | +++ + 7,0                                                                           | +++ + 7,5  | +++ + 7,5     | +++ + 7,5  |
| 56.                                                                            | +++ + 7,0  | +++ + 7,5     | +++ + 7,0  | +++ + 7,5                                                                           | +++ + 7,0  | +++ + 7,5     | +++ + 7,0  | +++ + 7,0                                                                           | +++ + 7,5  | +++ + 7,5     | +++ + 7,5  |
| 1 Öse <i>Bac. subtilis</i> +<br>gleichzeitig<br>1 Öse <i>Micr. albus haem.</i> |            |               |            | 1 Öse <i>Bac. subtilis</i> +<br>24 Stunden später<br>1 Öse <i>Micr. albus haem.</i> |            |               |            | 1 Öse <i>Micr. albus haem.</i> +<br>24 Stunden später<br>1 Öse <i>Bac. subtilis</i> |            |               |            |
| Nr. 1<br>18 - 20°C                                                             |            | Nr. 2<br>37°C |            | Nr. 3<br>18 - 20°C                                                                  |            | Nr. 4<br>37°C |            | Nr. 5<br>18 - 20°C                                                                  |            | Nr. 6<br>37°C |            |
| Tag                                                                            | sub alb pH | sub alb pH    | sub alb pH | sub alb pH                                                                          | sub alb pH | sub alb pH    | sub alb pH | sub alb pH                                                                          | sub alb pH | sub alb pH    | sub alb pH |
| 1.                                                                             | +++ + 6,8  | +++ + 6,8     | +++ + 6,8  | +++ + 6,8                                                                           | +++ + 6,8  | +++ + 6,8     | +++ + 6,8  | +++ + 6,8                                                                           | +++ + 6,8  | +++ + 6,8     | +++ + 6,8  |
| 3.                                                                             | +++ +      | +++ +         | +++ +      | +++ +                                                                               | +++ +      | +++ +         | +++ +      | +++ +                                                                               | +++ +      | +++ +         | +++ +      |
| 4.                                                                             | +++ +      | +++ + 7,0     | +++ +      | +++ +                                                                               | +++ +      | +++ +         | +++ +      | +++ +                                                                               | +++ +      | +++ +         | +++ +      |
| 5.                                                                             | +++ +      | +++ +         | +++ +      | +++ +                                                                               | +++ +      | +++ +         | +++ +      | +++ +                                                                               | +++ +      | +++ +         | +++ +      |
| 7.                                                                             | +++ + 6,8  | +++ + 7,2     | +++ + 6,8  | +++ + 7,2                                                                           | +++ + 6,8  | +++ + 7,2     | +++ + 6,8  | +++ + 6,8                                                                           | +++ + 7,2  | +++ + 7,2     | +++ + 7,2  |
| 14.                                                                            | +++ + 7,0  | +++ + 7,5     | +++ + 7,0  | +++ + 7,5                                                                           | +++ + 7,0  | +++ + 7,5     | +++ + 7,0  | +++ + 7,0                                                                           | +++ + 7,5  | +++ + 7,5     | +++ + 7,5  |
| 56.                                                                            | +++ + 7,0  | +++ + 7,5     | +++ + 7,0  | +++ + 7,5                                                                           | +++ + 7,0  | +++ + 7,5     | +++ + 7,0  | +++ + 7,0                                                                           | +++ + 7,5  | +++ + 7,5     | +++ + 7,5  |



Kontrollen: *Bacillus mycoides*

18 - 20°C 56. Tag: ++  
37°C 56. Tag: +++

*Bacillus subtilis*

18 - 20°C 56. Tag: +++  
37°C

*Micrococcus albus*  
*haemolyticus*

18 - 20°C 2. Tag: -  
37°C 2. Tag: -

Wie aus der Tabelle 1 zu ersehen ist, verhielten sich *Bacillus mycoides* und *Bacillus subtilis* in den Mischkulturen mit *Micrococcus albus haemolyticus* in sterilisiertem Nachwasser sehr nach 56 Tagen. Das Wachstum beider Basillensorten unterschied sich bei Zimmer- und Brutschranktemperatur nicht von dem der Kontrollen (vergl. auch Tabelle 2).

In den Mischkulturen mit *Bacillus mycoides* suchten die Mikrokokken bei Temperaturen von 18 - 20°C noch nach 56 Tagen sehr stark, während sie bei 37°C langsam abnahmen und innerhalb von 23 - 28 Tagen nicht mehr lebensfähig waren. Die unterschiedliche Einimpfungszeit der Keime wirkte sich bei 37°C auf das Wachstum und die Lebensdauer der Mikrokokken aus.

Mit *Bacillus subtilis* in das sterilisierte Nachwasser verimpft, lebten die Mikrokokken bei Zimmertemperatur 3 - 6 Tage, bei Brutschranktemperatur 2 - 3 Tage lang. In diesen Mischkulturversuchen hatte die Verimpfungszeit der Keime nur bei 18 - 20°C immer Einfluß auf die Lebensdauer der Mikrokokken.

Der pH-Wert änderte sich in allen bei Zimmertemperatur aufbewahrten Mischkulturen kaum, während er in den bei Brutschranktemperatur belassenen Proben auf 7,5 anstieg.

Die Lebensdauer von *Micrococcus albus haemolyticus* in den Kontrollen betrug bei 18 - 20°C 2 Tage und bei 37°C einen Tag (vergl. auch Tabelle 3). Somit kann gesagt werden, daß *Micrococcus albus haemolyticus* in Mischkulturen mit *Bacillus mycoides* bei Zimmer- und Brutschranktemperatur länger lebte als in den Kontrollen. Besonders eindeutig war das sehr starke Wachstum der Mikrokokken bei 18 - 20°C, das mehr als 56 Tage anhielt.

In den Mischkulturen mit *Bacillus subtilis* war nur eine geringe Verlängerung der Lebensfähigkeit der Mikrokokken feststellbar.

Ferner wurde die Lebensfähigkeit von *Bacillus mesentericus* in Mischkulturen mit *Sarcina lutea* in sterilisiertem Nachwasser untersucht (Anfangs-pH: 6,8).

#### *Bacillus mesentericus* und *Sarcina lutea*.

Diese Mischkulturversuche ergaben, daß schon nach Ablauf von 24 Stunden zwar reichlich Bazillen aber keine Sarcinen mehr nachweisbar waren.

Unabhängig von der Temperatur und der Einimpfungszeit der Keime waren also die Sarcinen bei Anwesenheit von *Bacillus mesentericus* in sterilisiertem Nachwasser nicht einmal einen Tag lang lebensfähig, auch wenn sie 24 Stunden vor den Bazillen verimpft wurden.

Da *Sarcina lutea* in den Kontrollröhrchen bei Zimmer- und Brutschranktemperatur 2 Tage lebte (vergl. auch Tabelle 3), liegt die Möglichkeit nahe, daß *Bacillus mesentericus* in den Mischkulturen der Anlaß für früheres Absterben war. Dieser war noch nach 28tägigem Aufenthalt im sterilisierten Nachwasser bei Zimmertemperatur (pH 7,0), wie auch bei 37°C (pH 7,5) vermehrungsfähig.

Es folgten Untersuchungen, um das Verhalten von aeroben Sporenbildnern in Mischkulturen mit Streptokokken in sterilisiertem Nachwasser ermitteln zu können.

#### *Bacillus mesentericus* und *Streptococcus pyogenes*.

Neben den Mischkulturen Nr. 1 - 6 wurden zusätzlich weitere 4 (Nr. 7, 8, 13 und 14) angesetzt (Anfangs-pH: 6,8).



Bei diesen Untersuchungen stellte sich heraus, daß nach 24stündiger Mischkultur bei Zimmer- und Brutschranktemperatur nur einzelne Streptokokkenkolonien nachzuweisen waren, die am 2. Tage ganz verschwanden, während sich *Bacillus mesentericus* noch nach 42 Tagen sehr stark vermehrte.

Der pH - Wert wurde leicht alkalisch (pH 7,2 bei 18 - 20°C und pH 7,5 bei 37°C). Dieses Ergebnis zeigte sich unabhängig davon, ob beide Keimarten zur selben Zeit in gleichen oder verschiedenen Mengen oder in 24stündigem Abstand in das sterilisierte Bachwasser gebracht worden waren.

In den Kontrollen lebte *Streptococcus pyogenes* bei Temperaturen von 18 - 20°C 13 Tage und bei 37°C 5 Tage (vergl. auch Tabelle 3).

Demgegenüber wurde also in den Mischkulturen mit *Bacillus mesentericus* eine kürzere Lebensdauer der Streptokokken verzeichnet.

Um zu untersuchen, ob die Streptokokken auch in großen Mengen verimpft in Gegenwart von *Bacillus mesentericus* im sterilisierten Bachwasser früher zugrunde gehen würden als in einer Reinkultur, wurden Ösen einer Agarkulturabschwemmung von *Streptococcus pyogenes* und Ösen einer Bouillonkultur von *Bacillus mesentericus* zusammen in sterilisiertes Bachwasser geimpft.

Es wurden nur die Mischkulturen Nr. 1 - 6 angelegt. Die Tabelle 39 enthält die Ergebnisse dieser Untersuchungen.

Tabelle 39: Die Lebensdauer von *Bacillus mesentericus* (mes) und *Streptococcus pyogenes* (str) in sterilisiertem Bachwasser. (Anfangs-pH: 7,0).

| 1 Öse Bac.mesentericus +<br>gleichzeitig<br>1 Öse Strept.pyogenes |     |     |     | 1 Öse Bac.mesentericus +<br>24 Stunden später<br>1 Öse Strept.pyogenes |     |     |  | 1 Öse Strept.pyogenes +<br>24 Stunden später<br>1 Öse Bac.mesentericus |     |     |  |               |     |     |  |                    |     |     |  |               |     |     |  |
|-------------------------------------------------------------------|-----|-----|-----|------------------------------------------------------------------------|-----|-----|--|------------------------------------------------------------------------|-----|-----|--|---------------|-----|-----|--|--------------------|-----|-----|--|---------------|-----|-----|--|
| Nr. 1<br>18 - 20°C                                                |     |     |     | Nr. 2<br>37°C                                                          |     |     |  | Nr. 3<br>18 - 20°C                                                     |     |     |  | Nr. 4<br>37°C |     |     |  | Nr. 5<br>18 - 20°C |     |     |  | Nr. 6<br>37°C |     |     |  |
| Tag                                                               | mes | str | pH  | mes                                                                    | str | pH  |  | mes                                                                    | str | pH  |  | mes           | str | pH  |  | mes                | str | pH  |  | mes           | str | pH  |  |
| 1.                                                                | ++  | +++ | 7,0 | +++                                                                    | ++  | 7,0 |  | +++                                                                    | +++ | 7,0 |  | +++           | +   | 7,0 |  | ++                 | +++ | 7,0 |  | +++           | ++  | 7,0 |  |
| 2.                                                                | ++  | +++ |     | +++                                                                    | +   |     |  | +++                                                                    | +++ |     |  | +++           | +   |     |  | ++                 | +++ |     |  | +++           | ++  |     |  |
| 3.                                                                | +++ | +++ |     | +++                                                                    | +   |     |  | +++                                                                    | ++  |     |  | +++           | -   | 7,0 |  | +++                | +++ |     |  | +++           | ++  |     |  |
| 4.                                                                | +++ | +++ |     | +++                                                                    | -   | 7,0 |  | +++                                                                    | ++  |     |  | +++           | -   |     |  | +++                | +++ |     |  | +++           | +   |     |  |
| 6.                                                                | +++ | ++  |     | +++                                                                    | -   |     |  | +++                                                                    | +   |     |  | +++           | -   |     |  | +++                | +++ |     |  | +++           | +   |     |  |
| 7.                                                                | +++ | ++  | 7,0 | +++                                                                    | -   | 7,2 |  | +++                                                                    | -   | 7,0 |  | +++           | -   | 7,2 |  | +++                | +++ | 7,0 |  | +++           | -   | 7,2 |  |
| 8.                                                                | +++ | +   |     | +++                                                                    | -   |     |  | +++                                                                    | -   |     |  | +++           | -   |     |  | +++                | +++ |     |  | +++           | -   |     |  |
| 9.                                                                | +++ | -   |     | +++                                                                    | -   |     |  | +++                                                                    | -   |     |  | +++           | -   |     |  | +++                | +++ |     |  | +++           | -   |     |  |
| 10.                                                               | +++ | -   |     | +++                                                                    | -   |     |  | +++                                                                    | -   |     |  | +++           | -   |     |  | +++                | ++  |     |  | +++           | -   |     |  |
| 13.                                                               | +++ |     |     | +++                                                                    | -   |     |  | +++                                                                    | -   |     |  | +++           | -   |     |  | +++                |     |     |  | +++           | -   |     |  |
| 14.                                                               | +++ | -   | 7,2 | +++                                                                    | -   | 7,5 |  | +++                                                                    | -   | 7,2 |  | +++           | -   | 7,5 |  | +++                | -   | 7,2 |  | +++           | +   | 7,5 |  |
| 35.                                                               | +++ | -   | 7,2 | +++                                                                    | -   | 7,5 |  | +++                                                                    | -   | 7,2 |  | +++           | -   | 7,5 |  | +++                | -   | 7,2 |  | +++           | -   | 7,5 |  |

Kontrollen: *Bacillus mesentericus* 18 - 20°C  
37°C

35. Tag: +++

*Streptococcus pyogenes* 18 - 20°C  
37°C

25. Tag: -

8. Tag: -

Die Tabelle 39 zeigt, daß die bei Zimmertemperatur verwahrten Kulturen zwischen 7 und 14 Tagen und die bei 37°C im Brutschrank belassenen Proben innerhalb von 3 - 7 Tagen nicht mehr mit *Streptococcus pyogenes* bewachsen waren, während *Bacillus mesentericus* in allen Mischkulturen noch nach Verlauf von 5 Wochen sehr stark wuchs. Die Beimpfung des sterilisierten Bachwassers mit großen Mengen von Streptokokken hatte eine längere Vermehrungsfähigkeit dieser Keime zur Folge. Trotzdem erreichten sie in den Mischkulturen mit *Bacillus mesentericus* nicht die Lebensdauer der Streptokokken in den Reinkulturen; denn in den Kontrollen lebten sie bei Verimpfung in sehr großen Mengen bei Zimmertemperatur 24 Tage und bei 37°C 7 Tag lang (vergl. auch Tabelle 3).

Die Einimpfungszeit und -menge der Keime beeinflussen im Gegensatz zum ersten Versuch das Wachstum und die Lebensdauer der Streptokokken. Sie entwickelten sich am kräftigsten und lebten am längsten, wenn sie 24 Stunden vor den Bazillen in das



... (Nr. 5 und 6), während sie sich bei ...  
... (Nr. 3 und 4). Daneben bewirkte die ...  
... Zimmertemperatur, während sich die ...  
... den Mischkulturen eine sehr ...

Bacillus mycoides und Streptococcus pyogenes sowie

Bacillus subtilis und Streptococcus pyogenes.

Diese Mischkulturversuche wurden zum besseren Vergleich in der Tabelle 40 zusammengefaßt.

Tabelle 40: Die Lebensdauer von *Bacillus mycoides* (myc) und *Streptococcus pyogenes* (str) und von *Bacillus subtilis* (sub) und *Streptococcus pyogenes* (str) in sterilisiertem Nachwasser. (Anfangs-pH: 6,8).

| 1 Öse Bac. mycoides +<br>gleichzeitig<br>1 Öse Strept. pyogenes |     |     |               |     |     | 1 Öse Bac. mycoides +<br>24 Stunden später<br>1 Öse Strept. pyogenes |     |     |               |     |     | 1 Öse Strept. pyogenes<br>24 Stunden später<br>1 Öse Bac. mycoides |     |     |               |     |     |
|-----------------------------------------------------------------|-----|-----|---------------|-----|-----|----------------------------------------------------------------------|-----|-----|---------------|-----|-----|--------------------------------------------------------------------|-----|-----|---------------|-----|-----|
| Nr. 1<br>18 - 20°C                                              |     |     | Nr. 2<br>37°C |     |     | Nr. 3<br>18 - 20°C                                                   |     |     | Nr. 4<br>37°C |     |     | Nr. 5<br>18 - 20°C                                                 |     |     | Nr. 6<br>37°C |     |     |
| Tag                                                             | myc | str | pH            | myc | str | pH                                                                   | myc | str | pH            | myc | str | pH                                                                 | myc | str | pH            | myc | str |
| 1.                                                              | ++  | +   | 6,8           | +++ | -   | 6,8                                                                  | ++  | +   | 6,8           | +++ | -   | 6,8                                                                | ++  | +   | 6,8           | +++ | +   |
| 4.                                                              | ++  | +   | 6,8           | +++ | -   | 6,8                                                                  | ++  | +   | 6,8           | +++ | -   | 6,8                                                                | ++  | +   | 6,8           | +++ | +   |
| 5.                                                              | ++  | -   | 6,8           | +++ | -   | 6,8                                                                  | ++  | -   | 6,8           | +++ | -   | 6,8                                                                | ++  | -   | 6,8           | +++ | -   |
| 6.                                                              | ++  | -   | 6,8           | +++ | -   | 6,8                                                                  | ++  | -   | 6,8           | +++ | -   | 6,8                                                                | ++  | -   | 6,8           | +++ | -   |
| 7.                                                              | ++  | -   | 7,0           | +++ | -   | 7,0                                                                  | ++  | -   | 7,0           | +++ | -   | 7,0                                                                | ++  | -   | 7,0           | +++ | -   |
| 14.                                                             | ++  | -   | 7,2           | +++ | -   | 7,2                                                                  | ++  | -   | 7,2           | +++ | -   | 7,2                                                                | ++  | -   | 7,2           | +++ | -   |
| 35.                                                             | ++  | -   | 7,0           | +++ | -   | 7,0                                                                  | ++  | -   | 7,0           | +++ | -   | 7,0                                                                | ++  | -   | 7,0           | +++ | -   |
| 49.                                                             | ++  | -   | 7,0           | +++ | -   | 7,0                                                                  | ++  | -   | 7,0           | +++ | -   | 7,0                                                                | ++  | -   | 7,0           | +++ | -   |

  

| 1 Öse Bac. subtilis +<br>gleichzeitig<br>1 Öse Strept. pyogenes |     |     |               |     |     | 1 Öse Bac. subtilis +<br>24 Stunden später<br>1 Öse Strept. pyogenes |     |     |               |     |     | 1 Öse Strept. pyogenes<br>24 Stunden später<br>1 Öse Bac. subtilis |     |     |               |     |     |
|-----------------------------------------------------------------|-----|-----|---------------|-----|-----|----------------------------------------------------------------------|-----|-----|---------------|-----|-----|--------------------------------------------------------------------|-----|-----|---------------|-----|-----|
| Nr. 1<br>18 - 20°C                                              |     |     | Nr. 2<br>37°C |     |     | Nr. 3<br>18 - 20°C                                                   |     |     | Nr. 4<br>37°C |     |     | Nr. 5<br>18 - 20°C                                                 |     |     | Nr. 6<br>37°C |     |     |
| Tag                                                             | sub | str | pH            | sub | str | pH                                                                   | sub | str | pH            | sub | str | pH                                                                 | sub | str | pH            | sub | str |
| 1.                                                              | +++ | +   | 6,8           | +++ | -   | 6,8                                                                  | +++ | +   | 6,8           | +++ | -   | 6,8                                                                | +++ | +   | 6,8           | +++ | -   |
| 2.                                                              | +++ | +   | 6,8           | +++ | -   | 6,8                                                                  | +++ | +   | 6,8           | +++ | -   | 6,8                                                                | +++ | +   | 6,8           | +++ | -   |
| 3.                                                              | +++ | -   | 6,8           | +++ | -   | 6,8                                                                  | +++ | -   | 6,8           | +++ | -   | 6,8                                                                | +++ | -   | 6,8           | +++ | -   |
| 4.                                                              | +++ | -   | 6,8           | +++ | -   | 6,8                                                                  | +++ | -   | 6,8           | +++ | -   | 6,8                                                                | +++ | -   | 6,8           | +++ | -   |
| 7.                                                              | +++ | -   | 7,0           | +++ | -   | 7,0                                                                  | +++ | -   | 7,0           | +++ | -   | 7,0                                                                | +++ | -   | 7,0           | +++ | -   |
| 14.                                                             | +++ | -   | 7,2           | +++ | -   | 7,2                                                                  | +++ | -   | 7,2           | +++ | -   | 7,2                                                                | +++ | -   | 7,2           | +++ | -   |
| 42.                                                             | +++ | -   | 7,0           | +++ | -   | 7,0                                                                  | +++ | -   | 7,0           | +++ | -   | 7,0                                                                | +++ | -   | 7,0           | +++ | -   |
| 49.                                                             | +++ | -   | 7,0           | +++ | -   | 7,0                                                                  | +++ | -   | 7,0           | +++ | -   | 7,0                                                                | +++ | -   | 7,0           | +++ | -   |

Kontrollen: *Bacillus mycoides*

18 - 20°C

49. Tag: ++

37°C

49. Tag: +++

*Bacillus subtilis*

18 - 20°C

49. Tag: +++

37°C

*Streptococcus pyogenes*

18 - 20°C

14. Tag: -

37°C

6. Tag: -



Aus der Tabelle 40 geht hervor, daß *Bacillus mycoides* und *Bacillus subtilis* in den Mischkulturen mit *Streptococcus pyogenes* in sterilisiertem Bachwasser bei Zimmer- und Brutschranktemperatur noch nach 49 Tagen entwicklungsfähig waren. Das Wachstum beider Bazillenarten unterschied sich nicht von dem der Kontrollen (vergl. auch Tabelle 2).

*Streptococcus pyogenes* war in den Mischkulturen mit *Bacillus subtilis* und *Bacillus mycoides* schon nach kurzer Zeit nicht mehr nachzuweisen. In den Mischkulturen mit *Bacillus mycoides* ging er bei Zimmertemperatur innerhalb von 4 - 6 Tagen und bei Brutschranktemperatur spätestens nach 5 Tagen zugrunde. Wenn die Streptokokken gleichzeitig mit den Bazillen (Nr. 2) bzw. 24 Stunden nach diesen (Nr. 4) in das sterilisierte Bachwasser eingeimpft und die Kulturen bei 37°C bebrütet wurden, dann waren sie schon nach 24stündiger Mischkultur mit den Bazillen nicht mehr lebensfähig.

Aus den Mischkulturen mit *Bacillus subtilis* konnten bei einer Bebrütungstemperatur von 37°C nach 24 Stunden keine vermehrungsfähigen Streptokokken mehr isoliert werden. Die bei 18 - 20°C verwahrten Kulturen waren nach 2 - 4 Tagen nicht mehr mit Streptokokken bewachsen.

Die Lebensdauer der Streptokokken richtete sich in allen Mischkulturen bei Zimmertemperatur nach der jeweiligen Verimpfungszeit der Keime.

Die Prüfung der Reaktion der Mischkulturen ergab eine vorübergehende schwache Alkalisierung. Bis zum Absterben der Streptokokken war jedoch noch keine Änderung des pH - Wertes eingetreten.

In den gleichzeitig angesetzten Kontrollen lebte *Streptococcus pyogenes* bei Zimmertemperatur 13 Tage und bei Brutschranktemperatur 5 Tage lang (vergl. auch Tabelle 3).

Daraus ergibt sich, daß sich die Lebensdauer von *Streptococcus pyogenes* in Mischkulturen mit *Bacillus mycoides* und *Bacillus subtilis* in sterilisiertem Bachwasser bei Temperaturen von 18 - 20°C und 37°C verkürzte.

#### Versuchsgruppe 6: hämolytische Mikrokokken

Im sechsten Versuchsabschnitt wurden hämolytische Mikrokokken (*Micrococcus albus* und *Micrococcus luteus*) mit anderen Kokken zusammen in sterilisiertes Bachwasser geimpft.

Für diese Untersuchungen wurden außer den Mischkulturen Nr. 1 - 6 jeweils noch weitere 4 (Nr. 7, 8, 9 und 14) angesetzt, wie unter III Seite 11 und 12 beschrieben ist.

Bei der Wiederholung der Versuche mit sehr großen Mengen einer Keimart wurden dann nur die Mischkulturen Nr. 1 - 6 beimpft.

Zunächst wurde die Lebensdauer von hämolytischen Mikrokokken in Mischkulturen mit *Sarcina lutea* in sterilisiertem Bachwasser geprüft.

#### *Micrococcus albus* hämolyticus und *Sarcina lutea*

Die Ergebnisse dieser Untersuchungen wurden in der folgenden Tabelle 4 zusammengestellt.







Aus der Tabelle 41 ergibt sich, daß *Micrococcus albus haemolyticus* in Mischkulturen mit *Sarcina lutea* in sterilisiertem Bachwasser bei Zimmertemperatur 16 - 30 Tage und bei Brutschranktemperatur 6 - 13 Tage lebte. Die Sarcinen waren bei Temperaturen von 18 - 20°C noch nach 56tägigen Verbleiben in den Mischkulturen lebensfähig, während sie bei 37°C nach 17 - 20 Tagen nicht mehr aufgefunden wurden.

Die unterschiedliche Temperatur von 18 - 20°C bzw. 37°C hatte auf die Vermehrungsfähigkeit der Mikrokokken und Sarcinen in Mischkulturen großen Einfluß: In fast allen Kulturen vermehrten sich die Mikrokokken in den ersten Versuchstagen stärker als die Sarcinen. Während sich dann die Mikrokokken allmählich verringerten und eingingen, bei 37°C eher als bei 18 - 20°C, nahmen die Sarcinen zu. Bei Brutschranktemperatur verminderten sich die Sarcinen später wieder und gingen zugrunde, während sie bei Zimmertemperatur längere Zeit lebensfähig blieben.

Außer der Temperatur wirkten sich auch die Verimpfungszeit und -menge der Keime in der Mehrzahl der Fälle auf ihre Wachstumsstärke und ihre Lebensdauer aus.

Die Prüfung der Reaktion der Mischkulturen ergab eine vorübergehende schwache Alkalisierung bis pH 7,0 bei 18 - 20°C und pH 7,2 bei 37°C.

In den Kontrollen lebte *Micrococcus albus haemolyticus* bei Zimmertemperatur 2 Tage und bei Brutschranktemperatur einen Tag. Die Lebensdauer von *Sarcina lutea* betrug bei Temperaturen von 18 - 20°C und bei 37°C 2 Tage (vergl. auch Tabelle 3).

Im Vergleich zu den Kontrollen verlängerte sich also die Vermehrungsfähigkeit von *Micrococcus albus haemolyticus* und *Sarcina lutea* in Mischkulturen in sterilisiertem Bachwasser. *Sarcina lutea* erreichte bei Zimmertemperatur sogar eine Lebensdauer von mehr als 56 Tagen.

In einem neuen Versuch wurde sterilisiertes Bachwasser mit Ösen einer Agarkulturabschwemmung von *Micrococcus albus haemolyticus* und Ösen einer Bouillonkultur von *Sarcina lutea* beimpft, um zu untersuchen, ob die Mikrokokken auch bei Verimpfung in großen Mengen vor den Sarcinen aus den Mischkulturen verschwinden würden. Die Versuchsergebnisse wurden in der Tabelle 42 zusammengefaßt.

Tabelle 42: Die Lebensdauer von *Micrococcus albus haemolyticus* (alb) und *Sarcina lutea* (sar) in sterilisiertem Bachwasser. (Anfangs-pH: 7,0)

| 1 Öse Micr.albus haem.+<br>gleichzeitig<br>1 Öse Sarcina lutea |     |     |     | 1 Öse Micr.albus haem.<br>24 Stunden später<br>1 Öse Sarcina lutea |     |     |  | 1 Öse Sarcina lutea +<br>24 Stunden später<br>1 Öse Micr.albus haem. |     |     |  |               |     |     |  |                    |     |     |  |               |     |     |  |
|----------------------------------------------------------------|-----|-----|-----|--------------------------------------------------------------------|-----|-----|--|----------------------------------------------------------------------|-----|-----|--|---------------|-----|-----|--|--------------------|-----|-----|--|---------------|-----|-----|--|
| Nr. 1<br>18 - 20°C                                             |     |     |     | Nr. 2<br>37°C                                                      |     |     |  | Nr. 3<br>18 - 20°C                                                   |     |     |  | Nr. 4<br>37°C |     |     |  | Nr. 5<br>18 - 20°C |     |     |  | Nr. 6<br>37°C |     |     |  |
| Tag                                                            | alb | sar | pH  | alb                                                                | sar | pH  |  | alb                                                                  | sar | pH  |  | alb           | sar | pH  |  | alb                | sar | pH  |  | alb           | sar | pH  |  |
| 1.                                                             | +++ | +   | 7,0 | +++                                                                | +   | 7,0 |  | +++                                                                  | +   | 7,0 |  | +++           | +   | 7,0 |  | +++                | ++  | 7,0 |  | +++           | ++  | 7,0 |  |
| 3.                                                             | +++ | +   |     | +++                                                                | +   |     |  | +++                                                                  | +   |     |  | +++           | +   |     |  | +++                | ++  |     |  | +++           | ++  |     |  |
| 4.                                                             | +++ | +   |     | ++                                                                 | +   |     |  | +++                                                                  | +   |     |  | +++           | +   |     |  | +++                | ++  |     |  | ++            | ++  |     |  |
| 6.                                                             | +++ | +   |     | ++                                                                 | ++  |     |  | +++                                                                  | +   |     |  | ++            | +   |     |  | +++                | ++  |     |  | ++            | ++  |     |  |
| 7.                                                             | +++ | +   |     | ++                                                                 | ++  | 7,2 |  | +++                                                                  | +   |     |  | ++            | +   | 7,2 |  | +++                | +++ |     |  | ++            | +++ | 7,2 |  |
| 8.                                                             | +++ | +   |     | ++                                                                 | +++ |     |  | +++                                                                  | +   |     |  | ++            | ++  |     |  | +++                | +++ |     |  | +             | +++ |     |  |
| 9.                                                             | +++ | +   |     | +                                                                  | +++ |     |  | +++                                                                  | +   |     |  | ++            | ++  |     |  | +++                | +++ |     |  | +             | +++ |     |  |
| 10.                                                            | +++ | ++  |     | +                                                                  | +++ |     |  | +++                                                                  | +   |     |  | ++            | ++  |     |  | +++                | +++ |     |  | +             | +++ |     |  |
| 12.                                                            | +++ | ++  |     | +                                                                  | +++ |     |  | +++                                                                  | ++  |     |  | ++            | ++  |     |  | +++                | +++ |     |  | +             | +++ |     |  |
| 13.                                                            | +++ | ++  |     | +                                                                  | +++ |     |  | +++                                                                  | ++  |     |  | ++            | +++ |     |  | +++                | +++ |     |  | =             | +++ |     |  |
| 14.                                                            | +++ | ++  | 7,2 | +                                                                  | +++ | 7,5 |  | +++                                                                  | ++  | 7,2 |  | +             | +++ | 7,5 |  | +++                | +++ | 7,2 |  | =             | +++ | 7,5 |  |
| 16.                                                            | +++ | ++  |     | +                                                                  | +++ |     |  | +++                                                                  | ++  |     |  | +             | +++ |     |  | ++                 | +++ |     |  | =             | +++ |     |  |
| 17.                                                            | +++ | ++  |     | +                                                                  | +++ |     |  | +++                                                                  | ++  |     |  | +             | +++ |     |  | ++                 | +++ |     |  | =             | +++ |     |  |
| 18.                                                            | +++ | ++  |     | +++                                                                | ++  |     |  | +++                                                                  | ++  |     |  | +             | ++  |     |  | ++                 | +++ |     |  | =             | +++ |     |  |
| 21.                                                            | +++ | ++  |     | +                                                                  | ++  | 7,2 |  | +++                                                                  | ++  |     |  | +             | ++  | 7,2 |  | ++                 | +++ |     |  | =             | +++ | 7,2 |  |
| 23.                                                            | +++ | ++  |     | +                                                                  | ++  |     |  | +++                                                                  | ++  |     |  | =             | +   |     |  | ++                 | +++ |     |  | =             | +++ |     |  |
| 24.                                                            | +++ | ++  |     | =                                                                  | ++  |     |  | +++                                                                  | ++  |     |  | -             | +   |     |  | ++                 | +++ |     |  | =             | ++  |     |  |
| 27.                                                            | +++ | ++  |     | -                                                                  | +   |     |  | +++                                                                  | ++  |     |  | -             | +   |     |  | ++                 | +++ |     |  | =             | ++  |     |  |
| 28.                                                            | +++ | ++  | 7,0 | -                                                                  | +   | 7,0 |  | +++                                                                  | ++  | 7,0 |  | -             | +   | 7,0 |  | +                  | +++ | 7,0 |  | =             | ++  | 7,0 |  |
| 30.                                                            | ++  | ++  |     | -                                                                  | +   |     |  | +++                                                                  | ++  |     |  | -             | +   |     |  | +                  | +++ |     |  | -             | ++  |     |  |
| 31.                                                            | ++  | ++  |     | -                                                                  | +   |     |  | +++                                                                  | ++  |     |  | -             | +   |     |  | +                  | +++ |     |  | =             | +   |     |  |



| gleichzeitig |    |    |     | 24 Stunden später |   |     |   | 24 Stunden später |    |     |   |
|--------------|----|----|-----|-------------------|---|-----|---|-------------------|----|-----|---|
|              |    |    |     | bei 37°C          |   |     |   | bei 37°C          |    |     |   |
|              |    |    |     |                   |   |     |   |                   |    |     |   |
|              |    |    |     |                   |   |     |   |                   |    |     |   |
| 33.          | ++ | ++ | -   | +                 | - | -   | - | ++                | ++ | -   | - |
| 34.          | ++ | ++ | -   | +                 | - | -   | - | ++                | ++ | -   | - |
| 35.          | ++ | ++ | 6,8 | -                 | + | 6,8 | - | ++                | ++ | 6,8 | - |
| 37.          | ++ | ++ | -   | -                 | - | -   | - | ++                | ++ | -   | - |
| 38.          | +  | ++ | -   | -                 | - | -   | - | ++                | ++ | -   | - |
| 42.          | +  | ++ | 6,5 | -                 | - | -   | - | ++                | ++ | 6,5 | - |
| 43.          | +  | ++ | -   | -                 | - | -   | - | ++                | ++ | -   | - |
| 47.          | -  | ++ | -   | -                 | + | +   | - | ++                | ++ | -   | - |
| 48.          | -  | +  | -   | -                 | + | +   | - | ++                | ++ | -   | - |
| 50.          | -  | ++ | -   | -                 | + | +   | - | ++                | ++ | -   | - |
| 56.          | -  | ++ | 6,5 | -                 | - | -   | - | ++                | ++ | 6,5 | - |

Kontrollen: *Micrococcus albus haemolyticus* 18 - 20°C 8. Tag;  
 37°C 5. Tag;  
*Sarcina lutea* 18 - 20°C 3. Tag;  
 37°C 3. Tag;

Wie die Tabelle 42 erkennen läßt, wurde durch die massive Verimpfung des sterilisierten Backwassers mit *Micrococcus albus haemolyticus* eine längere Lebensfähigkeit sowohl der Mikrokokken als auch der Sarzinen erreicht.

Die Lebensdauer der Mikrokokken wurde in den Mischkulturen bei Zimmertemperatur mit 33 - 49 Tagen und bei 37°C mit 12 - 22 Tagen bestimmt.

Die Sarzinen lebten, in Brutschrank aufbewahrt, 32 - 47 Tage, in den bei Zimmertemperatur aufgestellten Mischkulturen noch nach 56 Tagen.

Wie im vorangegangenen Versuch gingen also die Mikrokokken vor den Sarzinen ein. Ebenso vermehrte sich *Sarcina lutea* und nahm bei 37°C später wieder ab bis sie gar nicht mehr entwicklungsfähig war, während sie bei 18 - 20°C noch längere Zeit am Leben blieb.

Die Stärke des Wachstums und die Lebensdauer der Keime richtete sich nach der Verimpfungszeit und -menge.

Bei der Feststellung des pH-Wertes ergab sich eine vorübergehende schwach Alkalisierung in den Mischkulturen. Später fand eine leichte Säuerung bis 6,5 statt.

In den Kontrollen lebte *Micrococcus albus haemolyticus*, in großen Mengen verimpft, bei Zimmertemperatur 7 Tage und bei Brutschranktemperatur 4 Tage. So eine *Lutea* war bei Temperaturen von 18 - 20°C und 37°C 2 Tage lang lebensfähig (vergl. auch Tabelle 3).

Gegenüber den Kontrollen war die Lebensdauer von *Micrococcus albus haemolyticus* und *Sarcina lutea* in den Mischkulturen in sterilisiertem Backwasser beträchtlich verlängert.

#### *Micrococcus aureus haemolyticus* und *Sarcina lutea*.

Diese Mischkulturversuche wurden in der Tabelle 43 zusammengestellt.



Tabelle 41: Die Lebensdauer von *Micrococcus aureus haemolyticus* (aur) und *Sarcina lutea* (sar) in sterilisiertem Bachwasser. (Anfang pH 6,5)

| 1 Öse <i>Micrococcus aureus haem.</i> +<br>gleichzeitig<br>1 Öse <i>Sarcina lutea</i> |            |               |            | 1 Öse <i>Micrococcus aureus haem.</i> +<br>24 Stunden später<br>1 Öse <i>Sarcina lutea</i> |            |               |            | 1 Öse <i>Sarcina lutea</i> +<br>24 Stunden später<br>1 Öse <i>Micrococcus aureus haem.</i> |            |               |            |
|---------------------------------------------------------------------------------------|------------|---------------|------------|--------------------------------------------------------------------------------------------|------------|---------------|------------|--------------------------------------------------------------------------------------------|------------|---------------|------------|
| Nr. 1<br>18 - 20°C                                                                    |            | Nr. 2<br>37°C |            | Nr. 3<br>18 - 20°C                                                                         |            | Nr. 4<br>37°C |            | Nr. 5<br>18 - 20°C                                                                         |            | Nr. 6<br>37°C |            |
| Tag                                                                                   | aur sar pH | aur sar pH    | aur sar pH | aur sar pH                                                                                 | aur sar pH | aur sar pH    | aur sar pH | aur sar pH                                                                                 | aur sar pH | aur sar pH    | aur sar pH |
| 1                                                                                     | +++ 6,5    | +++ 6,5       | +++ 6,5    | +++ 6,5                                                                                    | +++ 6,5    | +++ 6,5       | +++ 6,5    | +++ 6,5                                                                                    | +++ 6,5    | +++ 6,5       | +++ 6,5    |
| 2                                                                                     | +++ 6,5    | +++ 6,5       | +++ 6,5    | +++ 6,5                                                                                    | +++ 6,5    | +++ 6,5       | +++ 6,5    | +++ 6,5                                                                                    | +++ 6,5    | +++ 6,5       | +++ 6,5    |
| 3                                                                                     | +++ 6,5    | +++ 6,5       | +++ 6,5    | +++ 6,5                                                                                    | +++ 6,5    | +++ 6,5       | +++ 6,5    | +++ 6,5                                                                                    | +++ 6,5    | +++ 6,5       | +++ 6,5    |
| 4                                                                                     | +++ 6,5    | +++ 6,5       | +++ 6,5    | +++ 6,5                                                                                    | +++ 6,5    | +++ 6,5       | +++ 6,5    | +++ 6,5                                                                                    | +++ 6,5    | +++ 6,5       | +++ 6,5    |
| 5                                                                                     | +++ 6,5    | +++ 6,5       | +++ 6,5    | +++ 6,5                                                                                    | +++ 6,5    | +++ 6,5       | +++ 6,5    | +++ 6,5                                                                                    | +++ 6,5    | +++ 6,5       | +++ 6,5    |
| 6                                                                                     | +++ 6,5    | +++ 6,5       | +++ 6,5    | +++ 6,5                                                                                    | +++ 6,5    | +++ 6,5       | +++ 6,5    | +++ 6,5                                                                                    | +++ 6,5    | +++ 6,5       | +++ 6,5    |
| 7                                                                                     | +++ 6,8    | +++ 6,8       | +++ 6,8    | +++ 6,8                                                                                    | +++ 6,8    | +++ 6,8       | +++ 6,8    | +++ 6,8                                                                                    | +++ 6,8    | +++ 6,8       | +++ 6,8    |
| 8                                                                                     | +++ 6,8    | +++ 6,8       | +++ 6,8    | +++ 6,8                                                                                    | +++ 6,8    | +++ 6,8       | +++ 6,8    | +++ 6,8                                                                                    | +++ 6,8    | +++ 6,8       | +++ 6,8    |
| 9                                                                                     | +++ 6,8    | +++ 6,8       | +++ 6,8    | +++ 6,8                                                                                    | +++ 6,8    | +++ 6,8       | +++ 6,8    | +++ 6,8                                                                                    | +++ 6,8    | +++ 6,8       | +++ 6,8    |
| 10                                                                                    | +++ 6,8    | +++ 6,8       | +++ 6,8    | +++ 6,8                                                                                    | +++ 6,8    | +++ 6,8       | +++ 6,8    | +++ 6,8                                                                                    | +++ 6,8    | +++ 6,8       | +++ 6,8    |
| 11                                                                                    | +++ 6,8    | +++ 6,8       | +++ 6,8    | +++ 6,8                                                                                    | +++ 6,8    | +++ 6,8       | +++ 6,8    | +++ 6,8                                                                                    | +++ 6,8    | +++ 6,8       | +++ 6,8    |
| 12                                                                                    | +++ 6,8    | +++ 6,8       | +++ 6,8    | +++ 6,8                                                                                    | +++ 6,8    | +++ 6,8       | +++ 6,8    | +++ 6,8                                                                                    | +++ 6,8    | +++ 6,8       | +++ 6,8    |
| 13                                                                                    | +++ 6,8    | +++ 6,8       | +++ 6,8    | +++ 6,8                                                                                    | +++ 6,8    | +++ 6,8       | +++ 6,8    | +++ 6,8                                                                                    | +++ 6,8    | +++ 6,8       | +++ 6,8    |
| 14                                                                                    | +++ 6,8    | +++ 6,8       | +++ 6,8    | +++ 6,8                                                                                    | +++ 6,8    | +++ 6,8       | +++ 6,8    | +++ 6,8                                                                                    | +++ 6,8    | +++ 6,8       | +++ 6,8    |
| 15                                                                                    | +++ 6,8    | +++ 6,8       | +++ 6,8    | +++ 6,8                                                                                    | +++ 6,8    | +++ 6,8       | +++ 6,8    | +++ 6,8                                                                                    | +++ 6,8    | +++ 6,8       | +++ 6,8    |
| 16                                                                                    | +++ 6,8    | +++ 6,8       | +++ 6,8    | +++ 6,8                                                                                    | +++ 6,8    | +++ 6,8       | +++ 6,8    | +++ 6,8                                                                                    | +++ 6,8    | +++ 6,8       | +++ 6,8    |
| 17                                                                                    | +++ 6,8    | +++ 6,8       | +++ 6,8    | +++ 6,8                                                                                    | +++ 6,8    | +++ 6,8       | +++ 6,8    | +++ 6,8                                                                                    | +++ 6,8    | +++ 6,8       | +++ 6,8    |
| 18                                                                                    | +++ 6,8    | +++ 6,8       | +++ 6,8    | +++ 6,8                                                                                    | +++ 6,8    | +++ 6,8       | +++ 6,8    | +++ 6,8                                                                                    | +++ 6,8    | +++ 6,8       | +++ 6,8    |
| 19                                                                                    | +++ 6,8    | +++ 6,8       | +++ 6,8    | +++ 6,8                                                                                    | +++ 6,8    | +++ 6,8       | +++ 6,8    | +++ 6,8                                                                                    | +++ 6,8    | +++ 6,8       | +++ 6,8    |
| 20                                                                                    | +++ 6,8    | +++ 6,8       | +++ 6,8    | +++ 6,8                                                                                    | +++ 6,8    | +++ 6,8       | +++ 6,8    | +++ 6,8                                                                                    | +++ 6,8    | +++ 6,8       | +++ 6,8    |
| 21                                                                                    | +++ 6,8    | +++ 6,8       | +++ 6,8    | +++ 6,8                                                                                    | +++ 6,8    | +++ 6,8       | +++ 6,8    | +++ 6,8                                                                                    | +++ 6,8    | +++ 6,8       | +++ 6,8    |
| 22                                                                                    | +++ 6,8    | +++ 6,8       | +++ 6,8    | +++ 6,8                                                                                    | +++ 6,8    | +++ 6,8       | +++ 6,8    | +++ 6,8                                                                                    | +++ 6,8    | +++ 6,8       | +++ 6,8    |
| 23                                                                                    | +++ 6,8    | +++ 6,8       | +++ 6,8    | +++ 6,8                                                                                    | +++ 6,8    | +++ 6,8       | +++ 6,8    | +++ 6,8                                                                                    | +++ 6,8    | +++ 6,8       | +++ 6,8    |
| 24                                                                                    | +++ 6,8    | +++ 6,8       | +++ 6,8    | +++ 6,8                                                                                    | +++ 6,8    | +++ 6,8       | +++ 6,8    | +++ 6,8                                                                                    | +++ 6,8    | +++ 6,8       | +++ 6,8    |
| 25                                                                                    | +++ 6,8    | +++ 6,8       | +++ 6,8    | +++ 6,8                                                                                    | +++ 6,8    | +++ 6,8       | +++ 6,8    | +++ 6,8                                                                                    | +++ 6,8    | +++ 6,8       | +++ 6,8    |
| 26                                                                                    | +++ 6,5    | +++ 6,5       | +++ 6,5    | +++ 6,5                                                                                    | +++ 6,5    | +++ 6,5       | +++ 6,5    | +++ 6,5                                                                                    | +++ 6,5    | +++ 6,5       | +++ 6,5    |

| 3 Ösen <i>Micrococcus aureus haem.</i> +<br>gleichzeitig<br>1 Öse <i>Sarcina lutea</i> |            |               |            | 3 Ösen <i>Micrococcus aureus haem.</i> +<br>gleichzeitig<br>3 Ösen <i>Sarcina lutea</i> |            |               |            |
|----------------------------------------------------------------------------------------|------------|---------------|------------|-----------------------------------------------------------------------------------------|------------|---------------|------------|
| Nr. 1<br>18 - 20°C                                                                     |            | Nr. 2<br>37°C |            | Nr. 3<br>18 - 20°C                                                                      |            | Nr. 4<br>37°C |            |
| Tag                                                                                    | aur sar pH | aur sar pH    | aur sar pH | aur sar pH                                                                              | aur sar pH | aur sar pH    | aur sar pH |
| 1                                                                                      | +++ 6,5    | +++ 6,5       | +++ 6,5    | +++ 6,5                                                                                 | +++ 6,5    | +++ 6,5       | +++ 6,5    |
| 2                                                                                      | +++ 6,5    | +++ 6,5       | +++ 6,5    | +++ 6,5                                                                                 | +++ 6,5    | +++ 6,5       | +++ 6,5    |
| 3                                                                                      | +++ 6,5    | +++ 6,5       | +++ 6,5    | +++ 6,5                                                                                 | +++ 6,5    | +++ 6,5       | +++ 6,5    |
| 4                                                                                      | +++ 6,5    | +++ 6,5       | +++ 6,5    | +++ 6,5                                                                                 | +++ 6,5    | +++ 6,5       | +++ 6,5    |
| 5                                                                                      | +++ 6,5    | +++ 6,5       | +++ 6,5    | +++ 6,5                                                                                 | +++ 6,5    | +++ 6,5       | +++ 6,5    |
| 6                                                                                      | +++ 6,5    | +++ 6,5       | +++ 6,5    | +++ 6,5                                                                                 | +++ 6,5    | +++ 6,5       | +++ 6,5    |
| 7                                                                                      | +++ 6,8    | +++ 6,8       | +++ 6,8    | +++ 6,8                                                                                 | +++ 6,8    | +++ 6,8       | +++ 6,8    |
| 8                                                                                      | +++ 6,8    | +++ 6,8       | +++ 6,8    | +++ 6,8                                                                                 | +++ 6,8    | +++ 6,8       | +++ 6,8    |
| 9                                                                                      | +++ 6,8    | +++ 6,8       | +++ 6,8    | +++ 6,8                                                                                 | +++ 6,8    | +++ 6,8       | +++ 6,8    |
| 10                                                                                     | +++ 6,8    | +++ 6,8       | +++ 6,8    | +++ 6,8                                                                                 | +++ 6,8    | +++ 6,8       | +++ 6,8    |
| 11                                                                                     | +++ 6,8    | +++ 6,8       | +++ 6,8    | +++ 6,8                                                                                 | +++ 6,8    | +++ 6,8       | +++ 6,8    |
| 12                                                                                     | +++ 6,8    | +++ 6,8       | +++ 6,8    | +++ 6,8                                                                                 | +++ 6,8    | +++ 6,8       | +++ 6,8    |
| 13                                                                                     | +++ 6,8    | +++ 6,8       | +++ 6,8    | +++ 6,8                                                                                 | +++ 6,8    | +++ 6,8       | +++ 6,8    |
| 14                                                                                     | +++ 6,8    | +++ 6,8       | +++ 6,8    | +++ 6,8                                                                                 | +++ 6,8    | +++ 6,8       | +++ 6,8    |
| 15                                                                                     | +++ 6,8    | +++ 6,8       | +++ 6,8    | +++ 6,8                                                                                 | +++ 6,8    | +++ 6,8       | +++ 6,8    |
| 16                                                                                     | +++ 6,8    | +++ 6,8       | +++ 6,8    | +++ 6,8                                                                                 | +++ 6,8    | +++ 6,8       | +++ 6,8    |
| 17                                                                                     | +++ 6,8    | +++ 6,8       | +++ 6,8    | +++ 6,8                                                                                 | +++ 6,8    | +++ 6,8       | +++ 6,8    |
| 18                                                                                     | +++ 6,8    | +++ 6,8       | +++ 6,8    | +++ 6,8                                                                                 | +++ 6,8    | +++ 6,8       | +++ 6,8    |
| 19                                                                                     | +++ 6,8    | +++ 6,8       | +++ 6,8    | +++ 6,8                                                                                 | +++ 6,8    | +++ 6,8       | +++ 6,8    |
| 20                                                                                     | +++ 6,8    | +++ 6,8       | +++ 6,8    | +++ 6,8                                                                                 | +++ 6,8    | +++ 6,8       | +++ 6,8    |
| 21                                                                                     | +++ 6,8    | +++ 6,8       | +++ 6,8    | +++ 6,8                                                                                 | +++ 6,8    | +++ 6,8       | +++ 6,8    |
| 22                                                                                     | +++ 6,8    | +++ 6,8       | +++ 6,8    | +++ 6,8                                                                                 | +++ 6,8    | +++ 6,8       | +++ 6,8    |
| 23                                                                                     | +++ 6,8    | +++ 6,8       | +++ 6,8    | +++ 6,8                                                                                 | +++ 6,8    | +++ 6,8       | +++ 6,8    |
| 24                                                                                     | +++ 6,8    | +++ 6,8       | +++ 6,8    | +++ 6,8                                                                                 | +++ 6,8    | +++ 6,8       | +++ 6,8    |
| 25                                                                                     | +++ 6,8    | +++ 6,8       | +++ 6,8    | +++ 6,8                                                                                 | +++ 6,8    | +++ 6,8       | +++ 6,8    |
| 26                                                                                     | +++ 6,5    | +++ 6,5       | +++ 6,5    | +++ 6,5                                                                                 | +++ 6,5    | +++ 6,5       | +++ 6,5    |

Kontrollen: *Micrococcus aureus haemolyticus* 18 20°C 4 Tage  
37°C 4 Tage  
*Sarcina lutea* 18 20°C 4 Tage  
37°C 4 Tage

Aus der Tabelle 43 ist ersichtlich, daß die bei Zimmertemperatur aufgestellten  
Mischkulturen nach 10 - 26 Tagen und die bei 37°C im Brutschrank verwahrten Pro-  
ben nach 5 - 12 Tagen nicht mehr mit *Micrococcus aureus haemolyticus* bewachsen  
waren.



verschiedenen Medien  
lebten bei Zimmertem-  
peratur, es sich bei den Sarcinen

Die Sarcinen wuchsen zu Beginn schwach bis mittelstark und vermehrten sich in  
Zeit der Einnahme und der Menge der eingesetzten Keime bei 37°C jedoch dadurch nicht beeinflusst.  
Die pH-Werte waren in der bei Zimmertemperatur aufbewahrten Mischkultur von  
Vordarstellung stark ansteigen, während sie in der bei 37°C verwahren Mischku-  
turen bis 7,2 anstiegen.

In den gleichzeitig eingesetzten Kontrollen lebte *Micrococcus aureus haemolyticus*  
bei 18 - 20°C 3 Tage und bei 37°C 2 Tage. Die Lebensdauer von *Sarcina lutea* w-  
de bei Zimmer- und Zimmertemperatur mit 2 Tagen bestimmt (vergl. auch Table  
4).

Somit kann festgestellt werden, daß die Vermehrungsfähigkeit von *Micrococcus au-*  
*us haemolyticus* und *Sarcina lutea* in Mischkulturen im sterilisierten Bachwasser  
verlängert wurde.

In einem weiteren Versuch wurden Ösen einer Agarkulturabschwemmung von *Micrococcus*  
*aureus haemolyticus* mit Ösen einer Bouillonkultur von *Sarcina lutea* in sterilis-  
tes Bachwasser geimpft. Dadurch sollte untersucht werden, ob die Mikroorganismen  
bei einer Verimpfung in sehr großen Mengen vor den Sarcinen zugrunde gehen würd-  
Die Tabelle 44 enthält die Ergebnisse dieser Untersuchungen.

Somit kann festgestellt werden, daß die Vermehrungsfähigkeit von *Micrococcus au-*  
*us haemolyticus* und *Sarcina lutea* in Mischkulturen im sterilisierten Bachwasser  
verlängert wurde.

In einem weiteren Versuch wurden Ösen einer Agarkulturabschwemmung von *Micrococcus*  
*aureus haemolyticus* mit Ösen einer Bouillonkultur von *Sarcina lutea* in sterilis-  
tes Bachwasser geimpft. Dadurch sollte untersucht werden, ob die Mikroorganismen  
bei einer Verimpfung in sehr großen Mengen vor den Sarcinen zugrunde gehen würd-  
Die Tabelle 44 enthält die Ergebnisse dieser Untersuchungen.

Tabelle 44: Die Lebensdauer von *Micrococcus aureus haemolyticus* (aer) und *Sarc.*  
*lutea* (aer.) in sterilisiertem Bachwasser. (Anfangs-pH: 7,0)

| Öse <i>Micr.aureus haem.</i><br>gleichzeitig<br>Öse <i>Sarcina lutea</i> |     |        | Öse <i>Micr.aureus haem.</i><br>24 Stunden später<br>Öse <i>Sarcina lutea</i> |     |    | Öse <i>Sarcina lutea</i><br>24 Stunden später<br>Öse <i>Micr.aureus haem.</i> |     |    |               |     |    |                    |     |    |               |     |    |
|--------------------------------------------------------------------------|-----|--------|-------------------------------------------------------------------------------|-----|----|-------------------------------------------------------------------------------|-----|----|---------------|-----|----|--------------------|-----|----|---------------|-----|----|
| Nr. 1<br>18 - 20°C                                                       |     |        | Nr. 2<br>37°C                                                                 |     |    | Nr. 3<br>18 - 20°C                                                            |     |    | Nr. 4<br>37°C |     |    | Nr. 5<br>18 - 20°C |     |    | Nr. 6<br>37°C |     |    |
| Tag                                                                      | aer | sar pH | aer                                                                           | sar | pH | aer                                                                           | sar | pH | aer           | sar | pH | aer                | sar | pH | aer           | sar | pH |
| 1                                                                        | +++ | 7,0    | +++                                                                           | 7,0 |    | +++                                                                           | 7,0 |    | +++           | 7,0 |    | +++                | 7,0 |    | +++           | 7,0 |    |
| 5                                                                        | +++ | +      | +++                                                                           | +   |    | +++                                                                           | +   |    | +++           | +   |    | +++                | +   |    | +++           | +   |    |
| 6                                                                        | +++ | +      | +++                                                                           | +   |    | +++                                                                           | +   |    | +++           | +   |    | +++                | +   |    | +++           | +   |    |
| 7                                                                        | +++ | +      | +++                                                                           | 7,2 |    | +++                                                                           | +   |    | +++           | 7,2 |    | +++                | +   |    | +++           | +   |    |
| 8                                                                        | +++ | +      | +++                                                                           | +   |    | +++                                                                           | +   |    | +++           | +   |    | +++                | +   |    | +++           | +   |    |
| 9                                                                        | +++ | +      | +++                                                                           | +   |    | +++                                                                           | +   |    | +++           | +   |    | +++                | +   |    | +++           | +   |    |
| 10                                                                       | +++ | +      | +++                                                                           | +   |    | +++                                                                           | +   |    | +++           | +   |    | +++                | +   |    | +++           | +   |    |
| 11                                                                       | +++ | +      | +++                                                                           | +   |    | +++                                                                           | +   |    | +++           | +   |    | +++                | +   |    | +++           | +   |    |
| 12                                                                       | +++ | +      | +++                                                                           | +   |    | +++                                                                           | +   |    | +++           | +   |    | +++                | +   |    | +++           | +   |    |
| 13                                                                       | +++ | 7,1    | +++                                                                           | 7,2 |    | +++                                                                           | 7,1 |    | +++           | 7,1 |    | +++                | 7,2 |    | +++           | 7,2 |    |
| 14                                                                       | +++ | +      | +++                                                                           | +   |    | +++                                                                           | +   |    | +++           | +   |    | +++                | +   |    | +++           | +   |    |
| 15                                                                       | +++ | +      | +++                                                                           | +++ |    | +++                                                                           | +++ |    | +++           | +   |    | +++                | +++ |    | +++           | +++ |    |
| 16                                                                       | +++ | +++    | +++                                                                           | +++ |    | +++                                                                           | +++ |    | +++           | +++ |    | +++                | +++ |    | +++           | +++ |    |
| 17                                                                       | +++ | +++    | +++                                                                           | +++ |    | +++                                                                           | +++ |    | +++           | +++ |    | +++                | +++ |    | +++           | +++ |    |
| 18                                                                       | +++ | +++    | +++                                                                           | +++ |    | +++                                                                           | +++ |    | +++           | +++ |    | +++                | +++ |    | +++           | +++ |    |
| 19                                                                       | +++ | +++    | +++                                                                           | +++ |    | +++                                                                           | +++ |    | +++           | +++ |    | +++                | +++ |    | +++           | +++ |    |
| 20                                                                       | +++ | +++    | +++                                                                           | +++ |    | +++                                                                           | +++ |    | +++           | +++ |    | +++                | +++ |    | +++           | +++ |    |
| 21                                                                       | +++ | +++    | +++                                                                           | +++ |    | +++                                                                           | +++ |    | +++           | +++ |    | +++                | +++ |    | +++           | +++ |    |
| 22                                                                       | +++ | +++    | +++                                                                           | +++ |    | +++                                                                           | +++ |    | +++           | +++ |    | +++                | +++ |    | +++           | +++ |    |
| 23                                                                       | +++ | +++    | +++                                                                           | +++ |    | +++                                                                           | +++ |    | +++           | +++ |    | +++                | +++ |    | +++           | +++ |    |
| 24                                                                       | +++ | +++    | +++                                                                           | +++ |    | +++                                                                           | +++ |    | +++           | +++ |    | +++                | +++ |    | +++           | +++ |    |
| 25                                                                       | +++ | +++    | +++                                                                           | +++ |    | +++                                                                           | +++ |    | +++           | +++ |    | +++                | +++ |    | +++           | +++ |    |



| 1 Öse <i>Micr. aureus</i> haem. +<br>gleichzeitig<br>1 Öse <i>Sarcina lutea</i> |     |     |                |     |     | 1 Öse <i>Micr. aureus</i> haem. +<br>24 Stunden später<br>1 Öse <i>Sarcina lutea</i> |     |     |                |     |     | 1 Öse <i>Sarcina lutea</i> +<br>24 Stunden später<br>1 Öse <i>Micr. aureus</i> haem. |     |     |                |     |     |     |
|---------------------------------------------------------------------------------|-----|-----|----------------|-----|-----|--------------------------------------------------------------------------------------|-----|-----|----------------|-----|-----|--------------------------------------------------------------------------------------|-----|-----|----------------|-----|-----|-----|
| Nr. 1<br>18 - 20 °C                                                             |     |     | Nr. 2<br>37 °C |     |     | Nr. 3<br>18 - 20 °C                                                                  |     |     | Nr. 4<br>37 °C |     |     | Nr. 5<br>18 - 20 °C                                                                  |     |     | Nr. 6<br>37 °C |     |     |     |
| Tag                                                                             | aur | sar | pH             | aur | sar | pH                                                                                   | aur | sar | pH             | aur | sar | pH                                                                                   | aur | sar | pH             | aur | sar | pH  |
| 27.                                                                             | -   | +++ |                | -   | +   |                                                                                      | +   | +++ |                | -   | -   | 7,0                                                                                  | -   | +++ |                | -   | ++  |     |
| 28.                                                                             | -   | +++ | 7,0            | -   | +   | 7,0                                                                                  | +   | +++ | 7,0            | -   | -   |                                                                                      | -   | +++ | 7,0            | -   | ++  | 7,0 |
| 30.                                                                             | -   | +++ |                | -   | +   |                                                                                      | -   | +++ |                | -   | -   |                                                                                      | -   | +++ |                | -   | ++  |     |
| 31.                                                                             | -   | +++ |                | -   | -   | 6,8                                                                                  | -   | +++ |                | -   | -   |                                                                                      | -   | +++ |                | -   | ++  |     |
| 32.                                                                             | -   | +++ |                | -   | -   |                                                                                      | -   | +++ |                | -   | -   |                                                                                      | -   | +++ |                | -   | ++  |     |
| 35.                                                                             | -   | +++ | 6,8            | -   | -   |                                                                                      | -   | +++ | 6,8            | -   | -   |                                                                                      | -   | +++ | 6,8            | -   | ++  | 6,8 |
| 37.                                                                             | -   | +++ |                | -   | -   |                                                                                      | -   | +++ |                | -   | -   |                                                                                      | -   | +++ |                | -   | ++  | 6,8 |
| 42.                                                                             | -   | +++ | 6,5            | -   | -   |                                                                                      | -   | +++ | 6,5            | -   | -   |                                                                                      | -   | +++ | 6,5            | -   | ++  |     |
| 56.                                                                             | -   | +++ | 6,5            | -   | -   |                                                                                      | -   | +++ | 6,5            | -   | -   |                                                                                      | -   | +++ | 6,5            | -   | ++  |     |

Kontrollen: *Micrococcus aureus* haemolyticus

18 - 20°C 21. Tag:  
37°C 6 Tag:

*Sarcina lutea*

18 - 20°C 3. Tag:  
37°C

Aus der Tabelle 44 geht hervor, daß die Mikrokokken, obwohl sie in sehr großen Mengen verimpft wurden, in den Mischkulturen im sterilisierten Bachwasser nie der weniger lange lebten als die Sarcinen.

Bei Zimmertemperatur wiesen die Kulturen nach 24 - 30 Tagen und bei Brut - schranktemperatur nach 8 - 14 Tagen keine lebensfähigen Mikrokokken mehr auf. Die Sarcinen gingen bei 37°C innerhalb von 27 - 37 Tagen ein, während sie bei 18 - 20°C noch nach 56 Tagen sehr stark wuchsen.

Im Gegensatz zum vorhergegangenen Versuch wurde bei beiden Keimarten eine Abhängigkeit der Lebensdauer und der Wachstumsstärke von ihrer Verimpfungszeit und -menge verzeichnet.

Die Ermittlung des pH - Wertes in den Mischkulturen ergab eine schwache Alkalisierung, der später eine leichte Säuerung folgte (bis pH 6,5 bzw. 6,8).

In den Kontrollen lebten die Mikrokokken, in sehr großen Mengen verimpft, bei Temperaturen von 18 - 20°C 20 Tage und bei 37°C 5 Tage lang. *Sarcina lutea* war bei Zimmer- und Brutschranktemperatur am 3. Tage nicht mehr nachzuweisen (vergl. auch Tabelle 3).

Daraus ergibt sich, daß die Vermehrungsfähigkeit von *Micrococcus aureus* haemolyticus und *Sarcina lutea* in Mischkulturen in sterilisiertem Bachwasser bedeutend verlängert wurde.

Ein Vergleich der Ergebnisse des vorhergehenden Versuches mit den Ergebnissen dieses Versuches läßt erkennen, daß die massive Beimpfung des sterilisierten Bachwassers mit Mikrokokken eine längere Lebensdauer sowohl der Mikrokokken als auch der Sarcinen zur Folge hatte.

In weiteren Versuchen wurde die Lebensdauer von hämolytischen Mikrokokken in Mischkulturen mit *Streptococcus pyogenes* in sterilisiertem Bachwasser geprüft.

#### *Micrococcus albus* haemolyticus und *Streptococcus pyogenes*.

Diese Mischkulturversuche wurden in der Tabelle 45 zusammengefaßt.



| Mischkultur von <i>Micrococcus albus haemolyticus</i> (alb) und <i>Streptococcus pyogenes</i> in sterilisiertem Bachwasser. (Anfangs-pH 6,8) |       |       |       |       |                                                                       |       |       |       |        |
|----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|-------|-------|-------|-------|-----------------------------------------------------------------------|-------|-------|-------|--------|
| 3 Osen <i>Micrococcus albus haem.</i> + 1 Ose <i>Strept. pyogenes</i>                                                                        |       |       |       |       | 3 Osen <i>Strept. pyogenes</i> + 1 Ose <i>Micrococcus albus haem.</i> |       |       |       |        |
| 24 Stunden später                                                                                                                            |       |       |       |       | 24 Stunden später                                                     |       |       |       |        |
| 18 - 20°C                                                                                                                                    |       |       |       |       | 37°C                                                                  |       |       |       |        |
| Nr. 1                                                                                                                                        | Nr. 2 | Nr. 3 | Nr. 4 | Nr. 5 | Nr. 6                                                                 | Nr. 7 | Nr. 8 | Nr. 9 | Nr. 10 |
| Tag                                                                                                                                          | alb   | str   | pH    | alb   | str                                                                   | pH    | alb   | str   | pH     |
| 1.                                                                                                                                           | ++    | +     | 6,8   | +++   | +                                                                     | 6,8   | ++    | +     | 6,8    |
| 2.                                                                                                                                           | ++    | +     |       | +++   | +                                                                     |       | +++   | +     |        |
| 3.                                                                                                                                           | +++   | +     |       | +++   | +                                                                     |       | +++   | +     | 7      |
| 5.                                                                                                                                           | ++    | +     |       | +++   | +                                                                     | 7,0   | ++    | +     |        |
| 6.                                                                                                                                           | ++    | +     |       | +++   | +                                                                     |       | ++    | +     |        |
| 7.                                                                                                                                           | +     | +     | 7,0   | ++    | +                                                                     | 7,2   | ++    | +     | 7,0    |
| 8.                                                                                                                                           | +     | +     |       | ++    | +                                                                     |       | +     | +     |        |
| 9.                                                                                                                                           | +     | +     |       | ++    | +                                                                     |       | +     | +     |        |
| 11.                                                                                                                                          | +     | +     |       | ++    | +                                                                     |       | +     | +     |        |
| 14.                                                                                                                                          | +     | +     | 7,2   | ++    | +                                                                     | 7,5   | +     | +     | 7,2    |
| 17.                                                                                                                                          | +     | +     |       | ++    | +                                                                     |       | +     | +     |        |
| 21.                                                                                                                                          | +     | +     |       | ++    | +                                                                     | 7,5   | +     | +     |        |
| 22.                                                                                                                                          | +     | +     | 7,2   | ++    | +                                                                     |       | +     | +     |        |
| 30.                                                                                                                                          | +     | +     |       | ++    | +                                                                     |       | +     | +     |        |
| 34.                                                                                                                                          | +     | +     |       | ++    | +                                                                     | 7,5   | +     | +     |        |

| 3 Osen <i>Micrococcus albus haem.</i> + 1 Ose <i>Strept. pyogenes</i> |     |     |     |     |                                |     |     |     |     |
|-----------------------------------------------------------------------|-----|-----|-----|-----|--------------------------------|-----|-----|-----|-----|
| gleichzeitig                                                          |     |     |     |     | gleichzeitig                   |     |     |     |     |
| 1 Ose <i>Strept. pyogenes</i>                                         |     |     |     |     | 3 Osen <i>Strept. pyogenes</i> |     |     |     |     |
| Nr. 7                                                                 |     |     |     |     | Nr. 8                          |     |     |     |     |
| 18 - 20°C                                                             |     |     |     |     | 37°C                           |     |     |     |     |
| Tag                                                                   | alb | str | pH  | alb | str                            | pH  | alb | str | pH  |
| 1.                                                                    | ++  | +   | 6,0 | +++ | +                              | 6,8 | ++  | +   | 6,8 |
| 2.                                                                    | ++  | +   |     | +++ | +                              |     | ++  | +   |     |
| 3.                                                                    | +++ | +   |     | +++ | +                              |     | ++  | +   | 7,0 |
| 4.                                                                    | +++ | +   |     | +++ | +                              |     | ++  | +   |     |
| 6.                                                                    | +++ | +   | 7,0 | +++ | +                              |     | ++  | +   |     |
| 7.                                                                    | ++  | +   |     | +++ | +                              | 7,2 | +   | +   | 7,0 |
| 8.                                                                    | ++  | +   |     | +++ | +                              |     | +   | +   | 7,2 |
| 10.                                                                   | ++  | +   |     | +++ | +                              |     | +   | +   |     |
| 12.                                                                   | ++  | +   |     | +++ | +                              |     | +   | +   |     |
| 14.                                                                   | ++  | +   | 7,2 | +++ | +                              | 7,5 | +   | +   | 7,2 |
| 15.                                                                   | ++  | +   |     | +++ | +                              |     | +   | +   | 7,2 |
| 19.                                                                   | ++  | +   |     | +++ | +                              | 7,5 | +   | +   |     |
| 21.                                                                   | +   | +   |     | +++ | +                              |     | +   | +   |     |
| 27.                                                                   | +   | +   | 7,2 | +++ | +                              |     | +   | +   |     |

Kontrollen: *Micrococcus albus haemolyticus* 18 - 20°C 3. Tag: -  
 37°C 2. Tag: -  
*Streptococcus pyogenes* 18 - 20°C 14. Tag: -  
 37°C 6. Tag: -

Aus der Tabelle 45 ist zu entnehmen, daß *Micrococcus albus haemolyticus* in Mischkulturen mit *Streptococcus pyogenes* in sterilisiertem Bachwasser bei Temperatur von 18 - 20°C 13 - 23 Tage und bei 37°C 7 - 20 Tage lebte.

*Streptococcus pyogenes* war in diesen Mischkulturen bei Zimmertemperatur 4 - 10 Tage lebensfähig und bei Kühlschranktemperatur 1 - 2 Tage.

Nur bei Zimmertemperatur bestimmten die Verimpfungszeit und -menge der Keime Wachstumsstärke der Mikroorganismen und die Lebensdauer beider Keimarten. Bei 37°C konnte nicht immer ein eindeutiges Bild dieser Faktoren ermittelt werden.

Die pH-Werte stiegen in allen Mischkulturen in das schwach alkalische Gebiet (bis pH 7,2 bei 18 - 20°C und pH 7,5 bei 37°C).



In den Kontrollen waren die Mikrokokken bei Zimmertemperatur 2 Tage und bei gro-  
schranktemperatur einen Tag entwicklungsfähig; die Streptokokken bei 18 20°C  
13 Tage und bei 37°C 5 Tage (vergl. auch Tabelle 3).  
Der Versuch zeigt, daß Micrococcus albus haemolyticus in den Mischkulturen mit  
Streptococcus pyogenes viel länger lebte als in den Reinkulturen, während Strepto-  
coccus pyogenes eine etwas kürzere Lebensdauer aufwies und sehr viel schwächer  
wuchs.

Durch einen weiteren Versuch sollte ermittelt werden, ob die Verimpfung großer  
Mengen Streptokokken zusammen mit geringen Mengen Mikrokokken ein ähnliches Ergeb-  
nis zeigen würde wie der vorangegangene Versuch. Zu diesem Zweck wurde sterilisiert  
tes Bachwasser mit Ösen einer Agarkulturschwemmung von Streptococcus pyogenes und  
Ösen einer Bouillonkultur von Micrococcus albus haemolyticus beimpft.  
Die Versuchsergebnisse wurden in der Tabelle 46 zusammengefaßt.

Tabelle 46: Die Lebensdauer von Micrococcus albus haemolyticus (alb) und Strepto-  
coccus pyogenes (str.) in sterilisiertem Bachwasser. (Anfangs-pH: 7,0)

| Öse Micrococcus albus haemolyticus<br>gleichzeitig |     |     |     | Öse Micrococcus albus haemolyticus<br>24 Stunden später |     |     |     | Öse Streptococcus pyogenes<br>24 Stunden später |     |     |     |               |     |     |     |                    |     |     |     |               |     |  |  |
|----------------------------------------------------|-----|-----|-----|---------------------------------------------------------|-----|-----|-----|-------------------------------------------------|-----|-----|-----|---------------|-----|-----|-----|--------------------|-----|-----|-----|---------------|-----|--|--|
| Öse Streptococcus pyogenes                         |     |     |     | Öse Streptococcus pyogenes                              |     |     |     | Öse Micrococcus albus haemolyticus              |     |     |     |               |     |     |     |                    |     |     |     |               |     |  |  |
| Nr. 1<br>18 - 20°C                                 |     |     |     | Nr. 2<br>37°C                                           |     |     |     | Nr. 3<br>18 - 20°C                              |     |     |     | Nr. 4<br>37°C |     |     |     | Nr. 5<br>18 - 20°C |     |     |     | Nr. 6<br>37°C |     |  |  |
| Tag                                                | alb | str | pH  | alb                                                     | str | pH  | alb | str                                             | pH  | alb | str | pH            | alb | str | pH  | alb                | str | pH  | alb | str           | pH  |  |  |
| 1.                                                 | +++ | ++  | 7,0 | +++                                                     | +   | 7,0 | +++ | +                                               | 7,0 | +++ | +   | 7,0           | +++ | +   | 7,0 | +++                | +   | 7,0 | +++ | +             | 7,0 |  |  |
| 2.                                                 | ++  | +   |     | +++                                                     | -   |     | +++ | -                                               |     | +++ | -   |               | +++ | -   |     | +++                | -   |     | +++ | -             |     |  |  |
| 3.                                                 | ++  | ++  |     | +++                                                     | -   |     | +++ | +                                               |     | +++ | -   |               | +++ | +   |     | +++                | +   |     | +++ | -             |     |  |  |
| 5.                                                 | ++  | ++  |     | +++                                                     | -   |     | +++ | +                                               |     | +++ | -   |               | +++ | ++  |     | +++                | ++  |     | +++ | -             |     |  |  |
| 6.                                                 | ++  | ++  |     | +++                                                     | -   |     | +++ | +                                               |     | +++ | -   |               | +++ | ++  |     | +++                | ++  |     | +++ | -             |     |  |  |
| 7.                                                 | ++  | ++  |     | ++                                                      | -   | 7,2 | +++ | +                                               |     | ++  | -   | 7,2           | +++ | ++  |     | +++                | ++  |     | ++  | -             | 7,2 |  |  |
| 8.                                                 | ++  | +   |     | ++                                                      | -   |     | +++ | -                                               |     | ++  | -   |               | +++ | ++  |     | +++                | ++  |     | ++  | -             |     |  |  |
| 10.                                                | ++  | +   |     | ++                                                      | -   |     | +++ | -                                               |     | ++  | -   |               | +++ | +   |     | +++                | +   |     | +   | -             |     |  |  |
| 12.                                                | ++  | -   |     | ++                                                      | -   |     | +++ | -                                               |     | ++  | -   |               | +++ | +   |     | +++                | +   |     | +   | -             |     |  |  |
| 13.                                                | ++  | -   |     | ++                                                      | -   |     | +++ | -                                               |     | ++  | -   |               | +++ | +   |     | +++                | +   |     | -   | -             | 7,5 |  |  |
| 14.                                                | ++  | -   | 7,2 | ++                                                      | -   | 7,5 | +++ | -                                               | 7,2 | ++  | -   | 7,5           | +++ | +   | 7,2 | +++                | +   |     | -   | -             |     |  |  |
| 16.                                                | ++  | -   |     | +                                                       | -   |     | +++ | -                                               |     | ++  | -   |               | +++ | -   |     | +++                | -   |     | -   | -             |     |  |  |
| 20.                                                | ++  | -   |     | -                                                       | -   | 7,5 | +++ | -                                               |     | ++  | -   |               | +++ | -   |     | +++                | -   |     | -   | -             |     |  |  |
| 25.                                                | +   | -   |     | -                                                       | -   |     | +++ | -                                               |     | +   | -   |               | +++ | -   |     | +++                | -   |     | -   | -             |     |  |  |
| 28.                                                | -   | -   | 7,2 | -                                                       | -   |     | +++ | -                                               |     | +   | -   | 7,2           | +++ | -   |     | +++                | -   |     | -   | -             |     |  |  |
| 35.                                                | -   | -   |     | -                                                       | -   |     | +++ | -                                               | 7,0 | -   | -   | 7,2           | ++  | -   | 7,0 | ++                 | -   |     | -   | -             |     |  |  |
| 38.                                                | -   | -   |     | -                                                       | -   |     | ++  | -                                               |     | -   | -   |               | ++  | -   |     | ++                 | -   |     | -   | -             |     |  |  |
| 42.                                                | -   | -   |     | -                                                       | -   |     | ++  | -                                               |     | -   | -   |               | +   | -   |     | +                  | -   |     | -   | -             |     |  |  |
| 43.                                                | -   | -   |     | -                                                       | -   |     | +   | -                                               |     | -   | -   |               | -   | -   | 7,0 | -                  | -   |     | -   | -             |     |  |  |
| 46.                                                | -   | -   |     | -                                                       | -   |     | -   | -                                               | 7,0 | -   | -   |               | -   | -   |     | -                  | -   |     | -   | -             |     |  |  |

Kontrollen: Micrococcus albus haemolyticus 18 - 20°C 3 Tag: -  
37°C 2. Tag: -  
Streptococcus pyogenes 18 - 20°C 25. Tag: -  
37°C 8. Tag: -

Aus der Tabelle 46 geht hervor, daß sich die Mikrokokken, obwohl sie nur in gerin-  
gen Mengen in das sterilisierte Bachwasser gebracht worden waren, in den Mischkul-  
turen mit Streptococcus pyogenes länger vermehrten als im vorangegangenen Versuch.  
Bei Zimmertemperatur betrug ihre Lebensdauer 27 - 45 Tage und bei 37°C 12 - 34  
Tage.  
Die Streptokokken waren nur bei Zimmertemperatur länger lebensfähig als bei Ver-  
impfung in geringen Mengen, denn sie gingen bei Temperaturen von 18 - 20°C nach  
8 - 16 Tagen und bei 37°C wieder nach 2 - 3 Tagen zugrunde. Außerdem war das Wach-  
tum der Streptokokken trotz Verimpfung in großer Anzahl nur schwach bis mittel-  
stark.







# Streptococcus pyogenes

18 - 20°C  
37°C

14. Tag:  
6. Tag:

Aus der Tabelle 47 ist ersichtlich, daß *Micrococcus aureus haemolyticus* in Mischkulturen mit *Streptococcus pyogenes* in sterilisiertem Bachwasser bei Zimmertemperatur 11 - 26 Tage und bei 37°C 4 - 12 Tage lebte, während *Streptococcus pyogenes* sehr bald abnahm und nach kurzer Zeit nicht mehr lebensfähig war. Bei Zimmertemperatur ließen sich nach Verlauf von 2 - 3 Tagen und bei Brutschranktemperatur nach 2 - 3 Tagen keine Streptokokken mehr nachweisen. Die Streptokokken wuchsen in fast allen Mischkulturen schwach. Nur wenn sie 24 Stunden vor den Mikrokokken verimpft wurden, war das Wachstum mittelstark.

Die Zeit der Einimpfung und die Menge der eingeimpften Keime beeinflussten die Wachstumsstärke und die Lebensdauer der Mikrokokken. *Streptococcus pyogenes* wurde dadurch nicht immer beeinflusst.

Der pH-Wert stieg in allen Mischkulturen in den schwach alkalischen Bereich an. Bis zum Absterben der Streptokokken hatte er sich kaum verändert.

In den Kontrollen wuchsen die Mikrokokken bei Temperaturen von 18 - 20°C 3 Tage und bei 37°C 2 Tage, *Streptococcus pyogenes* bei Zimmertemperatur 13 Tage und bei Brutschranktemperatur 3 Tage (vergl. auch Tabelle 3).

Demgegenüber waren die Mikrokokken in den Mischkulturen mit *Streptococcus pyogenes* in sterilisiertem Bachwasser wesentlich länger lebensfähig und die Streptokokken teilweise bedeutend kürzer.

In einem weiteren Versuch wurden Ösen einer Agarkulturschwammung von *Streptococcus pyogenes* mit Ösen einer Bouilliekultur von *Micrococcus aureus haemolyticus* zusammen in sterilisiertem Bachwasser übertragen. Dadurch sollte untersucht werden, ob bei der Verwaschung sehr großer Mengen von Streptokokken eine Änderung im Wachstum der Mikrokokken bzw. Streptokokken eintreten würde. Die Ergebnisse dieses Versuches wurden in der Tabelle 48 zusammengestellt.

Tabelle 48: Die Lebensdauer von *Micrococcus aureus haemolyticus* (aur) und *Streptococcus pyogenes* (str) in sterilisiertem Bachwasser (A-fangs-pH: 7,0).

| 1 Öse Micr. aureus haem.<br>+ gleichzeitig<br>1 Öse Strept. pyogenes |     |        | 1 Öse Micr. aureus haem.<br>+ 24 Stunden später<br>1 Öse Strept. pyogenes |        |     | 1 Öse Strept. pyogenes<br>+ 24 Stunden später<br>1 Öse Micr. aureus haem. |     |        |
|----------------------------------------------------------------------|-----|--------|---------------------------------------------------------------------------|--------|-----|---------------------------------------------------------------------------|-----|--------|
| Nr. 1<br>18 - 20°C                                                   |     |        | Nr. 2<br>37°C                                                             |        |     | Nr. 3<br>18 - 20°C                                                        |     |        |
| Nr. 4<br>37°C                                                        |     |        | Nr. 5<br>18 - 20°C                                                        |        |     | Nr. 6<br>37°C                                                             |     |        |
| Tag                                                                  | aur | str pH | aur                                                                       | str pH | aur | str pH                                                                    | aur | str pH |
| 1.                                                                   | +++ | ++ 7,0 | +++                                                                       | ++ 7,0 | +++ | ++ 7,0                                                                    | +++ | ++ 7,0 |
| 2.                                                                   | +++ | +      | +++                                                                       | +      | +++ | +                                                                         | +++ | +      |
| 4.                                                                   | +++ | +      | +++                                                                       | +      | +++ | +                                                                         | +++ | +      |
| 5.                                                                   | +++ | +      | +++                                                                       | +      | +++ | +                                                                         | +++ | +      |
| 6.                                                                   | +++ | +      | +++                                                                       | +      | +++ | +                                                                         | +++ | +      |
| 7.                                                                   | +++ | +      | +++                                                                       | +      | +++ | +                                                                         | +++ | +      |
| 9.                                                                   | +++ | -      | +++                                                                       | -      | +++ | -                                                                         | +++ | -      |
| 10.                                                                  | +++ | -      | +++                                                                       | -      | +++ | -                                                                         | +++ | -      |
| 11.                                                                  | +++ | -      | +++                                                                       | -      | +++ | -                                                                         | +++ | -      |
| 13.                                                                  | +++ | -      | +++                                                                       | -      | +++ | -                                                                         | +++ | -      |
| 14.                                                                  | +++ | - 7,2  | +++                                                                       | - 7,5  | +++ | - 7,2                                                                     | +++ | - 7,2  |
| 15.                                                                  | ++  | -      | ++                                                                        | -      | ++  | -                                                                         | ++  | -      |
| 17.                                                                  | ++  | -      | ++                                                                        | -      | ++  | -                                                                         | ++  | -      |
| 19.                                                                  | ++  | -      | ++                                                                        | -      | ++  | - 7,5                                                                     | ++  | -      |
| 23.                                                                  | ++  | -      | ++                                                                        | -      | ++  | -                                                                         | ++  | -      |
| 27.                                                                  | +   | -      | ++                                                                        | -      | ++  | - 7,0                                                                     | ++  | -      |
| 42.                                                                  | +   | -      | ++                                                                        | - 7,0  | +   | -                                                                         | +   | -      |
| 43.                                                                  | -   | - 7,0  | -                                                                         | -      | -   | -                                                                         | -   | -      |
| 47.                                                                  | -   | -      | -                                                                         | -      | -   | -                                                                         | -   | -      |
| 49.                                                                  | -   | -      | -                                                                         | - 7,0  | -   | -                                                                         | -   | -      |



Kontrollen: *Micrococcus aureus haemolyticus* 18 - 20°C 3 Tage

37°C 3 Tage

*Streptococcus pyogenes* 18 - 20°C 25 Tage

37°C 2 Tage

Die bei Tabelle 49 angegebenen Ergebnisse sind die Ergebnisse der Untersuchungen in sterili-  
sierter Nährlösung. Die *Streptococcus pyogenes* wurde in der sterilisierten Nährlösung  
zu 100% in einem 100%igen Mischkulturversuch nach 4 - 10 Tagen bei 37°C nach 2 - 6 Tagen bei  
10 - 18 Tage bei Brutschranktemperatur.

*Streptococcus pyogenes* war in diesen Mischkulturen gleichmäßig länger als  
beim Versuch, obwohl der pH-Wert nach der 4. bis 10. Tag bei 37°C nach 2 - 6 Tagen bei  
10 - 18 Tage bei Brutschranktemperatur nach 4 - 10 Tagen bei 37°C nach 2 - 6 Tagen bei  
Streptokokken nicht verändert wurden.

Die Lebensdauer dieser Bakterien hing von der Zeit ihrer Einimpfung ab. Bei 37°C  
erreichten sie pH-Werte von 7,2 bis 7,5, während bei Brutschranktemperatur pH 7,5 erreichten.

In Reinkultur lebte *Micrococcus aureus haemolyticus* bei 18 - 20°C 3 Tage und bei  
37°C 2 Tage, *Streptococcus pyogenes* in großen Mengen verimpft bei Brutschranktemperatur  
nach 24 Tagen und bei Brutschranktemperatur 7 Tage (vergleiche Tabelle 3).

Der Versuch zeigt, dass bei der Verimpfung größerer Mengen von *Streptococcus pyogenes*  
kein wesentlicher Unterschied zu dem vorangegangenen Versuch eintrat, dass  
die Mikrokokken lebten länger als in den Kontrollen und die Streptokokken  
kürzer.

#### Versuchsgruppe 7 : *Sarcina lutea*.

In 7. Versuchsschritt wurde die Lebensdauer von *Sarcina lutea* in Mischkultur  
mit *Streptococcus pyogenes* in sterilisierter Nährlösung untersucht.

#### *Sarcina lutea* und *Streptococcus pyogenes*.

Die Ergebnisse dieser Mischkulturversuche sind in der Tabelle 49 zusammengefasst.

Tabelle 49: Die Lebensdauer von *Sarcina lutea* (sar) und *Streptococcus pyogenes* (str) in sterilisierter Nährlösung (Anfangs pH: 6,8).

| 1 Öse <i>Sarcina lutea</i> +<br>gleichzeitig<br>1 Öse <i>Strept. pyogenes</i> |     |     |     | 1 Öse <i>Sarcina lutea</i> :<br>24 Stunden später<br>1 Öse <i>Strept. pyogenes</i> |     |     |     | 1 Öse <i>Strept. pyogenes</i> :<br>24 Stunden später<br>1 Öse <i>Sarcina lutea</i> |     |     |     |
|-------------------------------------------------------------------------------|-----|-----|-----|------------------------------------------------------------------------------------|-----|-----|-----|------------------------------------------------------------------------------------|-----|-----|-----|
| Nr. 1 -<br>18 - 20°C                                                          |     |     |     | Nr. 2<br>37°C                                                                      |     |     |     | Nr. 3<br>18 - 20°C                                                                 |     |     |     |
| pH                                                                            |     |     |     | pH                                                                                 |     |     |     | pH                                                                                 |     |     |     |
| Tag                                                                           | sar | str | pH  | sar                                                                                | str | pH  | sar | str                                                                                | pH  | sar | str |
| 1                                                                             | +++ | +   | 6,8 | ++                                                                                 | +++ | 6,8 | +++ | +                                                                                  | 6,8 | +++ | +   |
| 2                                                                             | +++ | +   |     | ++                                                                                 | +++ |     | +++ | +                                                                                  |     | +++ | +   |
| 3                                                                             | +++ | ++  |     | ++                                                                                 | +++ |     | +++ | +                                                                                  |     | +++ | +   |
| 4                                                                             | +++ | +++ |     | ++                                                                                 | +++ |     | +++ | +                                                                                  |     | +++ | +   |
| 5                                                                             | +++ | +++ |     | ++                                                                                 | +++ |     | +++ | +                                                                                  |     | +++ | +   |
| 6                                                                             | +++ | +++ |     | ++                                                                                 | +++ |     | +++ | +                                                                                  |     | +++ | +   |
| 7                                                                             | +++ | +++ | 6,8 | ++                                                                                 | +++ | 6,8 | +++ | +                                                                                  | 6,8 | +++ | +   |
| 8                                                                             | +++ | +++ |     | ++                                                                                 | +++ |     | +++ | +                                                                                  |     | +++ | +   |
| 9                                                                             | +++ | +++ |     | ++                                                                                 | +++ |     | +++ | +                                                                                  |     | +++ | +   |
| 10                                                                            | +++ | +++ |     | ++                                                                                 | +++ |     | +++ | +                                                                                  |     | +++ | +   |
| 11                                                                            | +++ | +   |     | ++                                                                                 | +++ |     | +++ | +                                                                                  |     | +++ | +   |
| 12                                                                            | +++ | +   |     | ++                                                                                 | +++ |     | +++ | +                                                                                  |     | +++ | +   |
| 13                                                                            | +++ | +   |     | ++                                                                                 | +++ |     | +++ | +                                                                                  |     | +++ | +   |
| 14                                                                            | +++ | +   | 7,0 | ++                                                                                 | +++ | 7,0 | +++ | +                                                                                  | 7,0 | +++ | +   |
| 15                                                                            | +++ | +   |     | ++                                                                                 | +++ |     | +++ | +                                                                                  |     | +++ | +   |
| 16                                                                            | +++ | +   |     | ++                                                                                 | +++ |     | +++ | +                                                                                  |     | +++ | +   |
| 17                                                                            | +++ | +   |     | ++                                                                                 | +++ |     | +++ | +                                                                                  |     | +++ | +   |
| 18                                                                            | +++ | +   |     | ++                                                                                 | +++ |     | +++ | +                                                                                  |     | +++ | +   |
| 19                                                                            | +++ | +   |     | ++                                                                                 | +++ |     | +++ | +                                                                                  |     | +++ | +   |
| 20                                                                            | +++ | +   | 7,0 | ++                                                                                 | +++ | 7,0 | +++ | +                                                                                  | 7,0 | +++ | +   |
| 21                                                                            | +++ | +   | 7,0 | ++                                                                                 | +++ | 7,0 | +++ | +                                                                                  | 7,0 | +++ | +   |



Kontrollen: *Sarcina lutea*

18 - 20°C

3. Tag: -

37°C

*Streptococcus pyogenes*

18 - 20°C

14. Tag: -

37°C

6. Tag: -

Aus der Tabelle 49 geht hervor, daß *Sarcina lutea* in Mischkulturen mit *Streptococcus pyogenes* in sterilisiertem Bachwasser noch nach 21 Tagen lebte. Das Wachstum von *Sarcina lutea* war bei Temperaturen von 18 - 20°C sehr gut, bei 37°C dagegen mittelstark.

*Streptococcus pyogenes* war in diesen Mischkulturen bei Zimmertemperatur 10 - 13 Tage, bei 37°C 5 - 11 Tage lang am Leben. Die Wachstumsdichte und die Lebenslänge der Streptokokken hingen davon ab, ob sie gleichzeitig mit den *Sarcinen* bzw. vor oder nach diesen in das sterilisierte Bachwasser übertragen wurden: bei gleichzeitiger Verimpfung beider Keime bei 18 - 20°C wuchs *Streptococcus pyogenes* anfänglich schwach, am 4. Tage bereits sehr stark. Nach anhaltend sehr gutem Wachstum bis einschließlich zum 10. Tage fand eine rasche Abnahme statt. Wenn *Streptococcus pyogenes* 24 Stunden vor *Sarcina lutea* eingeimpft worden war, vermehrte er sich stärker und lebte auch etwas länger. Wurde *Streptococcus pyogenes* dagegen 24 Stunden nach *Sarcina lutea* verimpft, so kam er über ein mittelstarkes Wachstum am 4. Tage nicht hinaus und war schon am 11. Tage nicht mehr nachzuweisen.

Die Prüfung der Reaktion der Mischkulturen ergab, daß bei Zimmertemperatur der Neutralpunkt nicht überschritten wurde, während bei 37°C eine allmähliche Alkalisierung eintrat.

In den Kontrollen lebte *Sarcina lutea* bei Zimmer- und Brutschranktemperatur 2 Tage und *Streptococcus pyogenes* bei Temperaturen von 18 - 20°C 13 Tage und bei 37°C 5 Tage lang (vergl. auch Tabelle 3).

Beim Vergleich der Ergebnisse der Rein- und Mischkulturen ergibt sich, daß die Vermehrungsfähigkeit von *Sarcina lutea* bei Anwesenheit von *Streptococcus pyogenes* im sterilisierten Bachwasser bedeutend verlängert wurde. Die Lebensdauer von *Streptococcus pyogenes* hatte sich bei Zimmertemperatur meistens etwas verkürzt. Nur wenn *Streptococcus pyogenes* 24 Stunden vor den *Sarcinen* verimpft wurde, lebte er ebenso lange wie in den Kontrollen. Bei einer Bebrütungstemperatur von 37°C lebten die Streptokokken in den Mischkulturen durchweg länger als in den Kontrollen.

Die im zweiten Kapitel angeführten Beobachtungen zeigen, daß die Anwesenheit zweier Mikroorganismen in demselben Kulturmedium - sterilisiertes Bachwasser - sowohl gar keinen als auch einen hemmenden oder begünstigenden Einfluß auf deren Wachstum ausüben kann.



Einfluss der Hämolyse-Verunreinigung in sterilen von  
Lebensmitteln

| <u>Versuchsanordnung</u>                 | <u>Ergebnis</u>                             |
|------------------------------------------|---------------------------------------------|
| 1. <i>Bacterium coli</i>                 | 1. Unbeeinflusst                            |
| 2. <i>Bacterium proteum</i>              | 2. Geringer als in Kontrollen               |
| 1. <i>Bacterium coli</i> und             | 1. Bei 18 - 20°C unbeeinflusst; ging bei    |
|                                          | eher ein als in Kontrolle                   |
| 2. <i>Bacterium proteum</i>              | 2. Unbeeinflusst                            |
| 1. <i>Bacterium coli</i> und             | 1. Bei 18 - 20°C unbeeinflusst; ging bei    |
|                                          | eher ein als in Kontrolle                   |
| 2. <i>Bacterium fluorescens</i>          | 2. Bei 18 - 20°C Wachstum schlechter als    |
|                                          | Kontrolle; bei 37°C unbeeinflusst           |
| 1. <i>Bacterium coli</i> und             | 1. Unbeeinflusst                            |
| 2. <i>Bacterium faecalis alcaligenes</i> | 2. Unbeeinflusst                            |
| 1. <i>Bacterium coli</i> und             | 1. Unbeeinflusst                            |
| 2. <i>Bacillus mesentericus</i>          | 2. Wachstum schlechter als in Kontrollen    |
| 1. <i>Bacterium coli</i> und             | 1. Unbeeinflusst                            |
| 2. <i>Bacillus mycoides</i>              | 2. Unbeeinflusst                            |
| 1. <i>Bacterium coli</i> und             | 1. Unbeeinflusst                            |
| 2. <i>Bacillus subtilis</i>              | 2. Wachstum bei 18 - 20°C schlechter als    |
|                                          | Kontrolle; bei 37°C unbeeinflusst           |
| 1. <i>Bacterium coli</i> und             | 1. Unbeeinflusst                            |
| 2. <i>Micrococcus albus haem.</i>        | 2. Ging eher ein als in Kontrollen          |
| 1. <i>Bacterium coli</i> und             | 1. Unbeeinflusst                            |
| 2. <i>Micrococcus aeris haem.</i>        | 2. Ging eher ein als in Kontrollen          |
| 1. <i>Bacterium coli</i> und             | 1. Unbeeinflusst                            |
| 2. <i>Micrococcus citreus haem.</i>      | 2. Nicht lebensfähig                        |
| 1. <i>Bacterium coli</i> und             | 1. Unbeeinflusst                            |
| 2. <i>Sarcina lutea</i>                  | 2. Ging meistens eher ein als in Kontrollen |
| 1. <i>Bacterium coli</i> und             | 1. Unbeeinflusst                            |
| 2. <i>Streptococcus pyogenes</i>         | 2. Ging eher ein als in Kontrollen          |
| 1. <i>Bacterium coli</i> und             | 1. Unbeeinflusst                            |
| 2. <i>Streptococcus mastitidis</i>       | 2. Ging eher ein als in Kontrolle           |
| 1. <i>Bacterium coli</i> und             | 1. Unbeeinflusst                            |
| 2. <i>Streptococcus viridans</i>         | 2. Ging eher ein als in Kontrolle           |
| 1. <i>Bacterium coli</i> und             | 1. Unbeeinflusst                            |
| 2. <i>Streptococcus faecalis</i>         | 2. Ging eher ein als in Kontrollen          |



| Mischkultur von                                                                      | Ergebnis                                                                                                                                                 |
|--------------------------------------------------------------------------------------|----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| 1. <i>Bacterium aerogenes</i> und<br>2. <i>Bacterium enteritidis</i> Gärtner         | 1. Ging eher ein als in Kontrollen<br>2. Ging bei 18 - 20°C eher ein als in Kontrolle; bei 37°C unbeeinflusst                                            |
| 1. <i>Bacterium aerogenes</i> und<br>2. <i>Bacterium pyocyaneum</i>                  | 1. Bei 18 - 20°C unbeeinflusst; ging bei 37°C eher ein als in Kontrolle<br>2. Unbeeinflusst                                                              |
| 1. <i>Bacterium aerogenes</i> und<br>2. <i>Bacterium fluorescens</i>                 | 1. Bei 18 - 20°C unbeeinflusst; ging bei 37°C eher ein als in Kontrolle<br>2. Bei 18 - 20°C Wachstum schlechter als in Kontrolle; bei 37°C unbeeinflusst |
| 1. <i>Bacterium aerogenes</i> und<br>2. <i>Bacillus mesentericus</i>                 | 1. Bei 18 - 20°C unbeeinflusst; ging bei 37°C eher ein als in Kontrolle<br>2. Ging bei 18 - 20°C eher ein als in Kontrolle; bei 37°C unbeeinflusst       |
| 1. <i>Bacterium aerogenes</i> und<br>2. <i>Bacillus mycoides</i>                     | 1. Unbeeinflusst<br>2. Unbeeinflusst                                                                                                                     |
| 1. <i>Bacterium aerogenes</i> und<br>2. <i>Bacillus subtilis</i>                     | 1. Bei 18 - 20°C unbeeinflusst; ging bei 37°C eher ein als in Kontrolle<br>2. Bei 18 - 20°C Wachstum schlechter als in Kontrolle; bei 37°C unbeeinflusst |
| 1. <i>Bacterium aerogenes</i> und<br>2. <i>Micrococcus albus</i> haem.               | 1. Unbeeinflusst<br>2. Lebte länger als in Kontrollen                                                                                                    |
| 1. <i>Bacterium aerogenes</i> und<br>2. <i>Micrococcus aureus</i> haem.              | 1. Unbeeinflusst<br>2. Lebte ebenso lange wie in Kontrollen oder länger                                                                                  |
| 1. <i>Bacterium aerogenes</i> und<br>2. <i>Sarcina lutea</i>                         | 1. Unbeeinflusst<br>2. Lebte meistens länger als in Kontrollen                                                                                           |
| 1. <i>Bacterium aerogenes</i> und<br>2. <i>Streptococcus pyogenes</i>                | 1. Unbeeinflusst<br>2. Ging bei 18 - 20°C eher ein als in Kontrolle; bei 37°C meistens nicht                                                             |
| 1. <i>Bacterium aerogenes</i> und<br>2. <i>Streptococcus faecalis</i>                | 1. Unbeeinflusst<br>2. Ging eher ein als in Kontrollen                                                                                                   |
| 1. <i>Bacterium enteritidis</i> Gärtner+<br>2. <i>Bacterium faecalis alcaligenes</i> | 1. Unbeeinflusst<br>2. Unbeeinflusst                                                                                                                     |
| 1. <i>Bacterium pyocyaneum</i> und<br>2. <i>Bacillus mesentericus</i>                | 1. Bei 18 - 20°C unbeeinflusst; bei 37°C Wachstum schlechter als in Kontrolle<br>2. Ging bei 18 - 20°C eher ein als in Kontrolle; bei 37°C unbeeinflusst |



|                                     | Ergebnis                                 |
|-------------------------------------|------------------------------------------|
| 1. <i>Bacterium fluorens</i> und    | Bei 18 - 20°C unbeeinflusst; bei 37°C    |
| 2. <i>Bacillus subtilis</i>         | Wachstum schlechter als in Kontrolle     |
| 1. <i>Bacterium pyocyaneum</i> und  | 2. Ging bei 18 - 20°C eher ein als in    |
| 2. <i>Bacillus mycoides</i>         | Kontrolle; bei 37°C unbeeinflusst        |
| 1. <i>Bacterium pyocyaneum</i> und  | 1. Bei 18 - 20°C unbeeinflusst; bei 37°C |
| 2. <i>Bacillus mycoides</i>         | Wachstum schlechter als in Kontrolle     |
| 2. <i>Bacillus mycoides</i>         | 2. Ging bei 18 - 20°C eher ein als in    |
|                                     | Kontrolle; bei 37°C Wachstum schlechter  |
|                                     | als in Kontrolle                         |
| 1. <i>Bacterium fluorens</i> und    | 1. Unbeeinflusst                         |
| 2. <i>Bacillus mycoides</i>         | 2. Ging bei 18 - 20°C eher ein als in Ko |
|                                     | trolle; bei 37°C Wachstum schlechter     |
|                                     | in Kontrolle                             |
| 1. <i>Bacterium pyocyaneum</i> und  | 1. Unbeeinflusst                         |
| 2. <i>Bacillus subtilis</i>         | 2. Ging eher ein als in Kontrollen       |
| 1. <i>Bacterium fluorens</i> und    | 1. Unbeeinflusst                         |
| 2. <i>Bacillus subtilis</i>         | 2. Ging bei 18 - 20°C eher ein als in Ko |
|                                     | trolle; bei 37°C unbeeinflusst           |
| 1. <i>Bacterium pyocyaneum</i> und  | 1. Unbeeinflusst                         |
| 2. <i>Micrococcus albus</i> haem.   | 2. Lebte länger als in Kontrollen        |
| 1. <i>Bacterium fluorens</i> und    | 1. Unbeeinflusst                         |
| 2. <i>Micrococcus albus</i> haem.   | 2. Lebte länger als in Kontrollen        |
| 1. <i>Bacterium pyocyaneum</i> und  | 1. Unbeeinflusst                         |
| 2. <i>Streptococcus pyogenes</i>    | 2. Ging eher ein als in Kontrollen       |
| 1. <i>Bacterium fluorens</i> und    | 1. Unbeeinflusst                         |
| 2. <i>Streptococcus pyogenes</i>    | 2. Ging eher ein als in Kontrollen       |
| 1. <i>Bacillus mesentericus</i> und | 1. Unbeeinflusst                         |
| 2. <i>Micrococcus albus</i> haem.   | 2. Lebte länger als in Kontrollen        |
| 1. <i>Bacillus mesentericus</i> und | 1. Unbeeinflusst                         |
| 2. <i>Micrococcus aureus</i> haem.  | 2. Lebte länger als in Kontrollen        |
| 1. <i>Bacillus mycoides</i> und     | 1. Unbeeinflusst                         |
| 2. <i>Micrococcus albus</i> haem.   | 2. Lebte länger als in Kontrollen        |
| 1. <i>Bacillus subtilis</i> und     | 1. Unbeeinflusst                         |
| 2. <i>Micrococcus albus</i> haem.   | 2. Lebte etwas länger als in Kontrollen  |
| 1. <i>Bacillus mesentericus</i> und | 1. Unbeeinflusst                         |
| 2. <i>Sarcina lutea</i>             | 2. Ging eher ein als in Kontrollen       |
| 1. <i>Bacillus mesentericus</i> und | 1. Unbeeinflusst                         |
| 2. <i>Streptococcus pyogenes</i>    | 2. Ging eher ein als in Kontrollen       |



| Mischkultur von                        | Ergebnis                                                                                         |
|----------------------------------------|--------------------------------------------------------------------------------------------------|
| 1. <i>Bacillus mycoides</i> und        | 1. Unbeeinflusst                                                                                 |
| 2. <i>Streptococcus pyogenes</i>       | 2. Ging eher ein als in Kontrollen                                                               |
| 1. <i>Bacillus subtilis</i> und        | 1. Unbeeinflusst                                                                                 |
| 2. <i>Streptococcus pyogenes</i>       | 2. Ging eher ein als in Kontrollen                                                               |
| 1. <i>Micrococcus albus</i> haem. und  | 1. Lebte länger als in Kontrollen                                                                |
| 2. <i>Sarcina lutea</i>                | 2. Lebte länger als in Kontrollen                                                                |
| 1. <i>Micrococcus aureus</i> haem. und | 1. Lebte länger als in Kontrollen                                                                |
| 2. <i>Sarcina lutea</i>                | 2. Lebte länger als in Kontrollen                                                                |
| 1. <i>Micrococcus albus</i> haem. und  | 1. Lebte länger als in Kontrollen                                                                |
| 2. <i>Streptococcus pyogenes</i>       | 2. Ging eher ein als in Kontrollen                                                               |
| 1. <i>Micrococcus aureus</i> haem. und | 1. Lebte länger als in Kontrollen                                                                |
| 2. <i>Streptococcus pyogenes</i>       | 2. Ging eher ein als in Kontrollen                                                               |
| 1. <i>Sarcina lutea</i> und            | 1. Lebte länger als in Kontrollen                                                                |
| 2. <i>Streptococcus pyogenes</i>       | 2. Ging bei 18 - 20°C meistens eher ein als in Kontrolle; lebte bei 37°C länger als in Kontrolle |

### 3. Versuche mit Mischkulturfiltraten aus sterilisierten Bachwasser.

Antagonistische, sich gegenseitig beeinträchtigende Wirkungen zwischen Mikroben sind lange bekannt. Als direkte und indirekte Ursachen hierfür werden u.a. der Kampf um den Lebensraum, Nährbodenerschöpfung und Anreicherung konstitutioneller Stoffwechselprodukte, Sauerstoffmangel, Veränderungen des Nährbodens in einen für den anderen Keim ungünstigen Sinne wie pH - und rH - Änderungen und die Erzeugung von für den anderen Keim schädlichen Stoffen - Produktion zellulolytischer Fermente und konstitutioneller Antibiotika in Medien ohne spezifischen Substrat angesehen.

Von G i l l i s s e n wurde darüber hinaus noch ein als Adaptationsantagonismus bezeichneter Faktor beschrieben, der definitionsgemäß nur in Mischkulturen auftritt. Dieser Antagonismus ist bedingt durch einen als Adaptation bezeichneten Vorgang, der zur Bildung besonderer, vorwiegend spezifisch antibiologisch wirkender Substanzen fermentativen Charakters führt und sich in nährstoffreichen und -armen Medien abspielen kann. Die die Aktivität des Mischkulturfiltrates hervorruhenden Substanzen sind mit Azeton ausfällbar, besitzen ein pH - Optimum ihrer Wirksamkeit und eine gewisse Thermolabilität. Nach G i l l i s s e n ist aber nicht jeder in einer Mischkultur beobachtete Antagonismus als Adaptationsantagonismus zu bezeichnen, so kann der Eindruck eines antagonistischen Vorganges besonders bei sensiblen Keimen durch den Einfluß sekundärer Faktoren wie Nährbodenerschöpfung, Anreicherung allgemeiner Stoffwechselprodukte, durch extreme pH - Verschiebungen und auch durch Sauerstoffmangel erweckt werden. Er schaltet die Temperaturbegünstigung einer Art als antagonistischen Faktor aus, da dadurch ein Absterben der benachteiligten Art nicht erklärt wäre, es sei denn, daß es dadurch zu einer pH - Änderung oder zur Bildung von Stoffwechselprodukten im Sinne des Antagonisten käme. Das Gleiche soll für den unter Umständen möglichen Einfluß der Wachstumsgeschwindigkeit, der H-Zahl (Maximalzahl) und des rH gültig sein.



In der Tat, wie aus den kulturellen Ergebnissen hervorgeht, so lassen sich aus den öfteren Ergebnissen, daß *Micrococcus albus haemolyticus* in steriliisiertem Bachwasser gedeihen, sich bei ge-  
wöhnlicher Kultur nicht vermehren. Es ist also bei diesem Vorgang an das Vorhandensein von Nährstoffen zu denken. Es sollte durch Versuche an einem kulturellen Filtrat festgestellt werden, ob *Micrococcus albus haemolyticus* geklärt werden. Resultate dieser Versuche sind in der Tabelle 50 zusammengefaßt.

Tabelle 50: Die Lebensdauer verschiedener Bakterien in einem Mischkulturfiltrat.  
Mischkulturfiltrat: *Micrococcus albus haemolyticus* (pH: 6,8).  
*Micrococcus albus haemolyticus*

| Beimpft mit einer Öse                  | Bouillonkultur |     |          |     | Mischkulturabschwemmung |     |          |     |
|----------------------------------------|----------------|-----|----------|-----|-------------------------|-----|----------|-----|
| Röhren                                 | Br. 1          |     | Br. 2    |     | Br. 3                   |     | Br. 4    |     |
| Aufbewahrung                           | 18 - 20°C      |     | 37°C     |     | 18 - 20°C               |     | 37°C     |     |
| Tag                                    | Wachstum       | pH  | Wachstum | pH  | Wachstum                | pH  | Wachstum | pH  |
| 1.                                     | +              | 6,8 | -        | 6,8 | +                       | 6,8 | +        | 6,8 |
| 2.                                     | -              | 6,8 | -        | 6,8 | +                       | 6,8 | +        | 6,8 |
| 3.                                     | -              | 6,8 | -        | 6,8 | +                       | 6,8 | -        | 6,8 |
| 4.                                     | -              | 6,8 | -        | 6,8 | -                       | 6,8 | -        | 6,8 |
| <i>Micrococcus aureus haemolyticus</i> |                |     |          |     |                         |     |          |     |
| 1.                                     | +++            | 6,8 | +++      | 6,8 | +++                     | 6,8 | +++      | 6,8 |
| 7.                                     | +++            | 6,8 | +++      | 6,8 | +++                     | 6,8 | +++      | 6,8 |
| 14.                                    | +++            | 6,2 | +++      | 7,0 | +++                     | 6,8 | +++      | 7,0 |
| <i>Sarcina lutea</i>                   |                |     |          |     |                         |     |          |     |
| 1.                                     | +++            | 6,8 | +++      | 6,8 | +++                     | 6,8 | +++      | 6,8 |
| 7.                                     | +++            | 6,8 | +++      | 6,8 | +++                     | 6,8 | +++      | 6,8 |
| 14.                                    | +++            | 6,8 | +++      | 7,0 | +++                     | 6,8 | +++      | 7,0 |
| <i>Bacterium coli</i>                  |                |     |          |     |                         |     |          |     |
| 1.                                     | +++            | 6,8 | +++      | 6,8 | +++                     | 6,8 | +++      | 6,8 |
| 7.                                     | +++            | 6,8 | +++      | 7,0 | +++                     | 6,8 | +++      | 7,0 |
| 14.                                    | +++            | 6,8 | +++      | 7,2 | +++                     | 6,8 | +++      | 7,2 |

Bei einer Beimpfung des Mischkulturfiltrates mit einer kleinen Menge von *Micrococcus albus haemolyticus* (aus einer Bouillonkultur) verfielen die Mikrokokken einer schnellen Vernichtung, bei 37°C früher als bei 18 - 20°C. Bei der höheren Temperatur waren sie schon 14 Stunden nach der Infektion im Ausstrich nicht mehr nachweisbar, während ihre Auffindung bei der niedrigeren Temperatur am 1. Tag noch vereinzelt gelang. Am 2. Tage waren auch dort keine lebensfähigen Mikrokokken mehr zu erkennen. *Micrococcus albus haemolyticus* ging im *Bacterium coli*/*Micrococcus albus haemolyticus*-Mischkulturfiltrat rascher zugrunde als in dem Kontrollen in sterilisiertem Bachwasser, in denen er bei Zimmertemperatur 2 Tage bei 37°C einen Tag lang lebte (vergl. auch Tabelle 3). Doch scheint die nachgewiesene gegen *Micrococcus albus haemolyticus* gerichtete Aktivität gering zu sein, dieser bei Zimmertemperatur hier im Filtrat einen Tag entwicklungsfähig war, während er in einer Mischkultur mit *Bacterium coli* in sterilisiertem Bachwasser bei dieser Temperatur schon nach 24 Stunden nicht mehr aufgefunden wurde. Der pH-Wert hatte sich nicht verändert.

Die massive Beimpfung des Mischkulturfiltrates: *Bacterium coli*/*Micrococcus albus haemolyticus* ergab bei Zimmertemperatur lebende Mikrokokken bis einschließlich zum 3. Tage, bei 37°C bis zum 2. Tage. Später waren die Ausstriche steril. Im Vergleich zu einer Beimpfung in sterilisiertem Bachwasser, in der *Micrococcus albus haemolyticus* in gleicher Menge verimpft bei 18 - 20°C eine 7tägige und bei 37°C eine 4tägige Lebensdauer erreichte; (vergl. auch Tabelle 3) starb er hier früher ab und kam schon Anfangs nur beschränkt zur Entwicklung. Die Wirkung des Filtrats enthielt also unabhängig von der Menge der eingeimpften Mikrokokken auf. Eine Änderung des pH-Wertes war nicht beobachtet.

Der in das Mischkulturfiltrat eingebrachte *Micrococcus aureus haemolyticus* war bei Zimmertemperatur und Brutschranktemperatur weder bei Verimpfung mittels O-



einer Bouillonkultur (kleine Mengen) noch bei einer solchen durch eine Agarkulturbeschwemmung (große Mengen) in seiner Lebensfähigkeit gekürzt. Im Gegensatz zu den angesetzten Kontrollen (vergl. Tabelle 3) in sterilisiertem Bachwasser erfaßte er hier sogar ein sehr üppiges Wachstum und wurde noch nach 14 Tagen bei einer letzten Untersuchung lebend angetroffen. Zu dieser Zeit warde bei 37°C ein pH - Wert von 7,0 verzeichnet, bei 18 - 20°C war keine Änderung eingetreten.

Die gegen *Micrococcus albus haemolyticus* gerichtete Aktivität, die in Mischkulturfiltrat nachgewiesen wurde, erstreckte sich also nicht auf *Micrococcus aureus haemolyticus*, die nahe verwandte Art.

Ganz gleich verhielt sich *Sarcina lutea* bei einer Einimpfung in das Mischkulturfiltrat: *Bacterium coli*/*Micrococcus albus haemolyticus*, gleichgültig ob sie in kleinen oder großen Mengen in das Filtrat gelangte und darin bei Zimmer- oder Brutschranktemperatur aufbewahrt wurde. Ein Einfluß auf das Wachstum wurde in keinem Falle festgestellt, sondern die Sarcinen wurden gegenüber denen in einer Reinkultur im sterilisierten Bachwasser (vergl. Tabelle 3) hier zu einer enormen Ausbreitung angeregt und noch nach 14 Tagen auf den Ausstrichen überall in lebensfähigen Zustände aufgefunden.

Hieraus ergibt sich der Schluß, daß die Hemmung des Wachstums von *Micrococcus albus haemolyticus* bei Anwesenheit von *Bacterium coli* nicht auf einen Nährstoffmangel beruhen kann.

Auch die Übertragung des Antagonisten *Bacterium coli* in das Mischkulturfiltrat scheint eine Erschöpfung des Nährbodens sowie die Produktion toxischer Stoffwechselprodukte als Ursache für den Antagonismus außer Betracht zu stellen. *Bacterium coli* wuchs nämlich ungehindert bei Zimmer- und Brutschranktemperatur und einer Verimpfung in kleiner oder großer Anzahl noch nach 14tägiger Kulturdauer reichlich. Der pH - Wert hatte sich bei 18 - 20°C bis dahin nicht verändert, während er bei 37°C nach einer Woche auf 7,0 und nach 2 Wochen auf 7,2 angestiegen war.

Da sich erwiesen hatte, daß *Micrococcus aureus haemolyticus* in Mischkulturfiltrat: *Bacterium coli*/*Micrococcus albus haemolyticus* viel länger am Leben blieb als in einer Reinkultur im sterilisierten Bachwasser, wurde noch untersucht, ob *Micrococcus citreus haemolyticus*, der im sterilisierten Bachwasser gar nicht lebensfähig war, unter diesen Bedingungen zur Entwicklung kommen würde. Dabei stellte sich aber heraus, daß weder bei einer Einimpfung durch Ösen einer Bouillonkultur noch durch Übertragung mittels Ösen einer Agarkulturbeschwemmung und einer Aufbewahrung bei Zimmer- oder Brutschranktemperatur in diesem Mischkulturfiltrat eine Lebensmöglichkeit für *Micrococcus citreus haemolyticus* gegeben war.

Die Einsaat von *Micrococcus albus haemolyticus* in kleinen oder großen Mengen in das 15 Minuten auf 100°C erhitzte Mischkulturfiltrat: *Bacterium coli*/*Micrococcus albus haemolyticus* ließ bei Zimmer- und Brutschranktemperatur keine Wachstumsverzögerung der Mikrokokken erkennen. Nach Beendigung des Kulturversuches nach 8 Tagen war auf den Agarnährmedienausstrichen noch eine intensive Vermehrung feststellbar. *Micrococcus albus haemolyticus* lebte also im erhitzten Mischkulturfiltrat länger als in einer Reinkultur im sterilisierten Bachwasser (vergl. Tabelle 3). Eine Veränderung des pH - Wertes wurde nicht festgestellt. Durch Erhitzen hatte das Mischkulturfiltrat seine Aktivität gegen *Micrococcus albus haemolyticus* verloren, die jene bewirkenden Substanzen wurden dabei wahrscheinlich zerstört. Der zur Kontrolle in das erhitzte Filtrat eingimpfte *Micrococcus aureus haemolyticus* wuchs ebenfalls bei 18 - 20°C wie auch bei 37°C und einer Verdünnung in kleiner oder großer Zahl noch nach Ablauf von 8 Tagen sehr reichlich und wiederum länger als in einer Reinkultur im sterilisierten Bachwasser (vergl. Tabelle 3). Dadurch wurde auch hier eine Erschöpfung des Nährbodens ausgeschlossen.







bouillon eingepflegt.

Bacterium coli und Micrococcus albus haemolyticus.

Die Ergebnisse dieser Untersuchungen wurden in der Tabelle 51 aufgestellt.

Tabelle 51: Die Lebensdauer von *Bacterium coli* (col) und *Micrococcus albus haemolyticus* (alb) in Nährbouillon (Anfangs pH: 7,0).

| 1 Ose Bact. coli - gleichzeitig 1 Ose Micrococcus haem. |            |               |            | 1 Ose Bact. coli - 24 Stunden später 1 Ose Micrococcus haem. |            |               |            | 1 Ose Micrococcus haem 24 Stunden später 1 Ose Bact. coli |            |               |            |
|---------------------------------------------------------|------------|---------------|------------|--------------------------------------------------------------|------------|---------------|------------|-----------------------------------------------------------|------------|---------------|------------|
| Nr. 1<br>18 - 20°C                                      |            | Nr. 2<br>37°C |            | Nr. 3<br>18 - 20°C                                           |            | Nr. 4<br>37°C |            | Nr. 5<br>18 - 20°C                                        |            | Nr. 6<br>37°C |            |
| Tag                                                     | col alb pH | col alb pH    | col alb pH | col alb pH                                                   | col alb pH | col alb pH    | col alb pH | col alb pH                                                | col alb pH | col alb pH    | col alb pH |
| 1.                                                      | +++        | 5,5           | +++        | 5,5                                                          | +++        | 5,5           | +++        | 5,5                                                       | +++        | 5,5           | +++        |
| 2.                                                      | +++        | 6,0           | +++        | 6,5                                                          | +++        | 6,0           | +++        | 6,5                                                       | +++        | 6,0           | +++        |
| 3.                                                      | +++        | 6,5           | +++        | 7,0                                                          | +++        | 6,5           | +++        | 7,0                                                       | +++        | 6,5           | +++        |
| 5.                                                      | +++        | 6,8           | +++        | 7,2                                                          | +++        | 6,8           | +++        | 7,2                                                       | +++        | 6,8           | +++        |
| 6.                                                      | +++        | 7,0           | +++        | -                                                            | +++        | -             | +++        | -                                                         | +++        | -             | +++        |
| 7.                                                      | +++        | 7,0           | +++        | 7,5                                                          | +++        | 7,0           | +++        | 7,5                                                       | +++        | 7,0           | +++        |
| 9.                                                      | +++        | -             | +++        | -                                                            | +++        | -             | +++        | -                                                         | +++        | -             | +++        |
| 14.                                                     | +++        | 7,2           | +++        | 7,8                                                          | +++        | 7,2           | +++        | 7,8                                                       | +++        | 7,2           | +++        |
| 16.                                                     | +++        | 7,2           | +++        | 8,0                                                          | +++        | 7,2           | +++        | 8,0                                                       | +++        | 7,2           | +++        |
| 21.                                                     | +++        | 7,5           | +++        | 8,0                                                          | +++        | 7,5           | +++        | 8,0                                                       | +++        | 7,5           | +++        |
| 24.                                                     | +++        | 7,5           | +++        | 8,2                                                          | +++        | 7,5           | +++        | 8,2                                                       | +++        | 7,5           | +++        |

Kontrollen für die Tabellen 51 und 52

| 1 Ose Bacterium coli |             |             |             | 1 Ose Micrococcus albus haem. |             |             |             |
|----------------------|-------------|-------------|-------------|-------------------------------|-------------|-------------|-------------|
| 18 - 20°C            |             | 37°C        |             | 18 - 20°C                     |             | 37°C        |             |
| Tag                  | Wachstum pH | Wachstum pH | Wachstum pH | Wachstum pH                   | Wachstum pH | Wachstum pH | Wachstum pH |
| 1.                   | +++ 5,5     | +++ 5,5     | +++ 6,5     | +++ 6,5                       | +++ 6,5     | +++ 6,5     | +++ 6,5     |
| 2.                   | +++ 6,0     | +++ 6,5     | +++ 6,0     | +++ 6,5                       | +++ 6,0     | +++ 6,5     | +++ 6,5     |
| 3.                   | +++ 6,5     | +++ 7,0     | +++ 6,0     | +++ 6,5                       | +++ 6,0     | +++ 6,5     | +++ 6,5     |
| 5.                   | +++ 6,8     | +++ 7,2     | +++ 6,0     | +++ 6,5                       | +++ 6,0     | +++ 6,5     | +++ 6,5     |
| 7.                   | +++ 7,0     | +++ 7,5     | +++ 6,0     | +++ 6,5                       | +++ 6,0     | +++ 6,5     | +++ 6,5     |
| 14.                  | +++ 7,2     | +++ 7,8     | +++ 6,0     | +++ 6,5                       | +++ 6,0     | +++ 6,5     | +++ 6,5     |
| 21.                  | +++ 7,5     | +++ 8,0     | +++ 6,0     | +++ 6,5                       | +++ 6,0     | +++ 6,5     | +++ 6,5     |
| 28.                  | +++ 7,5     | +++ 8,5     | +++ 6,0     | +++ 6,5                       | +++ 6,0     | +++ 6,5     | +++ 6,5     |
| 35.                  | +++ 8,0     | +++ 8,7     | +++ 6,0     | +++ 6,5                       | +++ 6,0     | +++ 6,5     | +++ 6,5     |
| 42.                  | +++ 8,2     | +++ 9,0     | +++ 6,0     | +++ 6,5                       | +++ 6,0     | +++ 6,5     | +++ 6,5     |
| 49.                  | +++ 8,5     | +++ 9,0     | +++ 6,0     | +++ 6,5                       | +++ 6,0     | +++ 6,5     | +++ 6,5     |
| 56.                  | +++ 8,5     | +++ 9,0     | +++ 6,0     | +++ 6,5                       | +++ 6,0     | +++ 6,5     | +++ 6,5     |

Aus der Tabelle 51 geht hervor, daß sich das *Bacterium coli* in Mischkulturen mit *Micrococcus albus haemolyticus* in Nährbouillon bei Zimmer- und Bruttemperatur noch nach 24 Tagen ebenso stark vermehrte wie am Anfang, während *Micrococcus albus haemolyticus* sehr unverschiedlich wuchs: wenn *Bacterium coli* 24 Stunden vor *Micrococcus albus haemolyticus* in die Bouillon verimpft wurde, dann waren die Mikrokokken schon nach 24stündiger Mischkultur nicht mehr lebensfähig. (Nr. 3 und 4). Wurde *Micrococcus albus haemolyticus* gleichzeitig mit den Kolibakterien in die Bouillon eingeimpft, so wuchsen die Mikrokokken schwach und waren bei Zimmertemperatur nach 6 Tagen, bei 37°C nach 3 Tagen nicht mehr nachweisbar (Nr. 5 und 6). Nach Erstverimpfung wuchs *Micrococcus albus haemolyticus* mittelstark und konnte bei Temperaturen von 18 - 20°C erst nach 24 Tagen, bei 37°C nach 16 Tagen nicht mehr aufgefunden werden.

Gegenüber den Kontrollen, in denen *Micrococcus albus haemolyticus* bei Zimmer- und Bruttemperatur noch nach 56 Tagen lebte, trat in den Mischkulturen eine Änderung des pH - Wertes ein. Die pH - Werte änderten sich entsprechend denen in den Kolikontrollen gemessenen.



In den Versuchsreihen einer Reihe von Kontrollen ergab sich bei der Prüfung der pH - Werte eine schwache Säuerung in den ersten Versuchstagen, bei Zimmertemperatur bis pH 5,5, bei Brutschranktemperatur bis pH 5,5. Danach wurde keine weitere Säuerung beobachtet.

Im Verlauf der Versuche wurde die pH - Wertentwicklung als eine in der Hinsicht sehr auffällige Erscheinung (bis pH 5,5) ein Anstieg der pH - Werte beobachtet. Bei Brutschranktemperatur lagen die pH - Werte etwas niedriger als bei Zimmertemperatur. Bei Zimmertemperatur reichte der pH bei 18 - 20°C bis 5,5 bis 6,5, bei 37°C bis 5,5 bis 6,0.

Zusammenfassend kann festgestellt werden, daß sich die Lebensdauer von *Micrococcus albus haemolyticus* in Bouillon mit *Bacterium coli* in Nährbouillon verkürzte. Die Zeit der Vermehrung und die Menge der eingepflichten Keime hatten keinen Einfluß auf die Vermehrungsfähigkeit der Mikrokokken. Es wird angenommen, daß der *Bacterium coli* die Entwicklung der Mikrokokken hemmt. Gegenüber den analogen Versuchen in sterilisierten Reibwasser wurde in der Nährbouillon bei gleichzeitiger Keimung von Mikrokokken mit *Bacterium coli* und bei Vermehrung Mikrokokken 24 Stunden vor den Kolibakterien eine längere Lebensdauer von *Micrococcus albus haemolyticus* ermittelt.

Da sich herausgestellt hatte, daß das *Bacterium coli* nicht in der Lage war, die Mikrokokken in einer schon 24 Stunden bebrüteten Kultur schnell zu verdrängen, wurde der gleiche Versuch mit sehr großen Mengen von *Micrococcus albus haemolyticus* wiederholt. Über einen Agarkulturschmelzwach von *Micrococcus albus haemolyticus* wurden mit einer Bouillonkultur von *Bacterium coli* in die Nährbouillon gebracht. Über die Resultate gibt die Tabelle 52 Aufschluß.

Tabelle 52: Die Lebensdauer von *Bacterium coli* (col) und *Micrococcus albus haemolyticus* (alb) in Nährbouillon. (Anfangs-pH: 7,0).

| 1 Öse Bact. coli +<br>gleichzeitig<br>1 Öse Micr. albus haem. |             |               |            | 1 Öse Bact. coli +<br>24 Stunden später<br>1 Öse Micr. albus haem. |            |               |            | 1 Öse Micr. albus haem.<br>24 Stunden später<br>1 Öse Bact. coli |            |               |            |
|---------------------------------------------------------------|-------------|---------------|------------|--------------------------------------------------------------------|------------|---------------|------------|------------------------------------------------------------------|------------|---------------|------------|
| Nr. 1<br>18 - 20°C                                            |             | Nr. 2<br>37°C |            | Nr. 3<br>18 - 20°C                                                 |            | Nr. 4<br>37°C |            | Nr. 5<br>18 - 20°C                                               |            | Nr. 6<br>37°C |            |
| Tag                                                           | col alb pH  | col alb pH    | col alb pH | col alb pH                                                         | col alb pH | col alb pH    | col alb pH | col alb pH                                                       | col alb pH | col alb pH    | col alb pH |
| 1.                                                            | +++ ++ 5,5  | +++ ++ 5,5    | +++ + 5,5  | +++ + 5,5                                                          | +++ + 5,5  | +++ + 5,5     | +++ + 5,5  | +++ + 5,5                                                        | +++ + 5,5  | +++ + 5,5     | +++ + 5,5  |
| 2.                                                            | +++ ++ 6,0  | +++ ++ 6,0    | +++ + 6,0  | +++ + 6,0                                                          | +++ + 6,0  | +++ + 6,0     | +++ + 6,0  | +++ + 6,0                                                        | +++ + 6,0  | +++ + 6,0     | +++ + 6,0  |
| 3.                                                            | +++ ++ 6,5  | +++ ++ 6,5    | +++ + 6,5  | +++ + 6,5                                                          | +++ + 6,5  | +++ + 6,5     | +++ + 6,5  | +++ + 6,5                                                        | +++ + 6,5  | +++ + 6,5     | +++ + 6,5  |
| 4.                                                            | +++ ++ 6,8  | +++ ++ 6,8    | +++ + 6,8  | +++ + 6,8                                                          | +++ + 6,8  | +++ + 6,8     | +++ + 6,8  | +++ + 6,8                                                        | +++ + 6,8  | +++ + 6,8     | +++ + 6,8  |
| 5.                                                            | +++ ++ 7,0  | +++ ++ 7,0    | +++ + 7,0  | +++ + 7,0                                                          | +++ + 7,0  | +++ + 7,0     | +++ + 7,0  | +++ + 7,0                                                        | +++ + 7,0  | +++ + 7,0     | +++ + 7,0  |
| 6.                                                            | +++ ++ 7,2  | +++ ++ 7,2    | +++ + 7,2  | +++ + 7,2                                                          | +++ + 7,2  | +++ + 7,2     | +++ + 7,2  | +++ + 7,2                                                        | +++ + 7,2  | +++ + 7,2     | +++ + 7,2  |
| 7.                                                            | +++ ++ 7,5  | +++ ++ 7,5    | +++ + 7,5  | +++ + 7,5                                                          | +++ + 7,5  | +++ + 7,5     | +++ + 7,5  | +++ + 7,5                                                        | +++ + 7,5  | +++ + 7,5     | +++ + 7,5  |
| 8.                                                            | +++ ++ 7,8  | +++ ++ 7,8    | +++ + 7,8  | +++ + 7,8                                                          | +++ + 7,8  | +++ + 7,8     | +++ + 7,8  | +++ + 7,8                                                        | +++ + 7,8  | +++ + 7,8     | +++ + 7,8  |
| 9.                                                            | +++ ++ 8,0  | +++ ++ 8,0    | +++ + 8,0  | +++ + 8,0                                                          | +++ + 8,0  | +++ + 8,0     | +++ + 8,0  | +++ + 8,0                                                        | +++ + 8,0  | +++ + 8,0     | +++ + 8,0  |
| 10.                                                           | +++ ++ 8,2  | +++ ++ 8,2    | +++ + 8,2  | +++ + 8,2                                                          | +++ + 8,2  | +++ + 8,2     | +++ + 8,2  | +++ + 8,2                                                        | +++ + 8,2  | +++ + 8,2     | +++ + 8,2  |
| 11.                                                           | +++ ++ 8,5  | +++ ++ 8,5    | +++ + 8,5  | +++ + 8,5                                                          | +++ + 8,5  | +++ + 8,5     | +++ + 8,5  | +++ + 8,5                                                        | +++ + 8,5  | +++ + 8,5     | +++ + 8,5  |
| 12.                                                           | +++ ++ 8,8  | +++ ++ 8,8    | +++ + 8,8  | +++ + 8,8                                                          | +++ + 8,8  | +++ + 8,8     | +++ + 8,8  | +++ + 8,8                                                        | +++ + 8,8  | +++ + 8,8     | +++ + 8,8  |
| 13.                                                           | +++ ++ 9,0  | +++ ++ 9,0    | +++ + 9,0  | +++ + 9,0                                                          | +++ + 9,0  | +++ + 9,0     | +++ + 9,0  | +++ + 9,0                                                        | +++ + 9,0  | +++ + 9,0     | +++ + 9,0  |
| 14.                                                           | +++ ++ 9,2  | +++ ++ 9,2    | +++ + 9,2  | +++ + 9,2                                                          | +++ + 9,2  | +++ + 9,2     | +++ + 9,2  | +++ + 9,2                                                        | +++ + 9,2  | +++ + 9,2     | +++ + 9,2  |
| 15.                                                           | +++ ++ 9,5  | +++ ++ 9,5    | +++ + 9,5  | +++ + 9,5                                                          | +++ + 9,5  | +++ + 9,5     | +++ + 9,5  | +++ + 9,5                                                        | +++ + 9,5  | +++ + 9,5     | +++ + 9,5  |
| 16.                                                           | +++ ++ 9,8  | +++ ++ 9,8    | +++ + 9,8  | +++ + 9,8                                                          | +++ + 9,8  | +++ + 9,8     | +++ + 9,8  | +++ + 9,8                                                        | +++ + 9,8  | +++ + 9,8     | +++ + 9,8  |
| 17.                                                           | +++ ++ 10,0 | +++ ++ 10,0   | +++ + 10,0 | +++ + 10,0                                                         | +++ + 10,0 | +++ + 10,0    | +++ + 10,0 | +++ + 10,0                                                       | +++ + 10,0 | +++ + 10,0    | +++ + 10,0 |
| 18.                                                           | +++ ++ 10,2 | +++ ++ 10,2   | +++ + 10,2 | +++ + 10,2                                                         | +++ + 10,2 | +++ + 10,2    | +++ + 10,2 | +++ + 10,2                                                       | +++ + 10,2 | +++ + 10,2    | +++ + 10,2 |
| 19.                                                           | +++ ++ 10,5 | +++ ++ 10,5   | +++ + 10,5 | +++ + 10,5                                                         | +++ + 10,5 | +++ + 10,5    | +++ + 10,5 | +++ + 10,5                                                       | +++ + 10,5 | +++ + 10,5    | +++ + 10,5 |
| 20.                                                           | +++ ++ 10,8 | +++ ++ 10,8   | +++ + 10,8 | +++ + 10,8                                                         | +++ + 10,8 | +++ + 10,8    | +++ + 10,8 | +++ + 10,8                                                       | +++ + 10,8 | +++ + 10,8    | +++ + 10,8 |
| 21.                                                           | +++ ++ 11,0 | +++ ++ 11,0   | +++ + 11,0 | +++ + 11,0                                                         | +++ + 11,0 | +++ + 11,0    | +++ + 11,0 | +++ + 11,0                                                       | +++ + 11,0 | +++ + 11,0    | +++ + 11,0 |
| 22.                                                           | +++ ++ 11,2 | +++ ++ 11,2   | +++ + 11,2 | +++ + 11,2                                                         | +++ + 11,2 | +++ + 11,2    | +++ + 11,2 | +++ + 11,2                                                       | +++ + 11,2 | +++ + 11,2    | +++ + 11,2 |
| 23.                                                           | +++ ++ 11,5 | +++ ++ 11,5   | +++ + 11,5 | +++ + 11,5                                                         | +++ + 11,5 | +++ + 11,5    | +++ + 11,5 | +++ + 11,5                                                       | +++ + 11,5 | +++ + 11,5    | +++ + 11,5 |
| 24.                                                           | +++ ++ 11,8 | +++ ++ 11,8   | +++ + 11,8 | +++ + 11,8                                                         | +++ + 11,8 | +++ + 11,8    | +++ + 11,8 | +++ + 11,8                                                       | +++ + 11,8 | +++ + 11,8    | +++ + 11,8 |
| 25.                                                           | +++ ++ 12,0 | +++ ++ 12,0   | +++ + 12,0 | +++ + 12,0                                                         | +++ + 12,0 | +++ + 12,0    | +++ + 12,0 | +++ + 12,0                                                       | +++ + 12,0 | +++ + 12,0    | +++ + 12,0 |
| 26.                                                           | +++ ++ 12,2 | +++ ++ 12,2   | +++ + 12,2 | +++ + 12,2                                                         | +++ + 12,2 | +++ + 12,2    | +++ + 12,2 | +++ + 12,2                                                       | +++ + 12,2 | +++ + 12,2    | +++ + 12,2 |
| 27.                                                           | +++ ++ 12,5 | +++ ++ 12,5   | +++ + 12,5 | +++ + 12,5                                                         | +++ + 12,5 | +++ + 12,5    | +++ + 12,5 | +++ + 12,5                                                       | +++ + 12,5 | +++ + 12,5    | +++ + 12,5 |
| 28.                                                           | +++ ++ 12,8 | +++ ++ 12,8   | +++ + 12,8 | +++ + 12,8                                                         | +++ + 12,8 | +++ + 12,8    | +++ + 12,8 | +++ + 12,8                                                       | +++ + 12,8 | +++ + 12,8    | +++ + 12,8 |
| 29.                                                           | +++ ++ 13,0 | +++ ++ 13,0   | +++ + 13,0 | +++ + 13,0                                                         | +++ + 13,0 | +++ + 13,0    | +++ + 13,0 | +++ + 13,0                                                       | +++ + 13,0 | +++ + 13,0    | +++ + 13,0 |
| 30.                                                           | +++ ++ 13,2 | +++ ++ 13,2   | +++ + 13,2 | +++ + 13,2                                                         | +++ + 13,2 | +++ + 13,2    | +++ + 13,2 | +++ + 13,2                                                       | +++ + 13,2 | +++ + 13,2    | +++ + 13,2 |
| 31.                                                           | +++ ++ 13,5 | +++ ++ 13,5   | +++ + 13,5 | +++ + 13,5                                                         | +++ + 13,5 | +++ + 13,5    | +++ + 13,5 | +++ + 13,5                                                       | +++ + 13,5 | +++ + 13,5    | +++ + 13,5 |
| 32.                                                           | +++ ++ 13,8 | +++ ++ 13,8   | +++ + 13,8 | +++ + 13,8                                                         | +++ + 13,8 | +++ + 13,8    | +++ + 13,8 | +++ + 13,8                                                       | +++ + 13,8 | +++ + 13,8    | +++ + 13,8 |
| 33.                                                           | +++ ++ 14,0 | +++ ++ 14,0   | +++ + 14,0 | +++ + 14,0                                                         | +++ + 14,0 | +++ + 14,0    | +++ + 14,0 | +++ + 14,0                                                       | +++ + 14,0 | +++ + 14,0    | +++ + 14,0 |
| 34.                                                           | +++ ++ 14,2 | +++ ++ 14,2   | +++ + 14,2 | +++ + 14,2                                                         | +++ + 14,2 | +++ + 14,2    | +++ + 14,2 | +++ + 14,2                                                       | +++ + 14,2 | +++ + 14,2    | +++ + 14,2 |
| 35.                                                           | +++ ++ 14,5 | +++ ++ 14,5   | +++ + 14,5 | +++ + 14,5                                                         | +++ + 14,5 | +++ + 14,5    | +++ + 14,5 | +++ + 14,5                                                       | +++ + 14,5 | +++ + 14,5    | +++ + 14,5 |
| 36.                                                           | +++ ++ 14,8 | +++ ++ 14,8   | +++ + 14,8 | +++ + 14,8                                                         | +++ + 14,8 | +++ + 14,8    | +++ + 14,8 | +++ + 14,8                                                       | +++ + 14,8 | +++ + 14,8    | +++ + 14,8 |
| 37.                                                           | +++ ++ 15,0 | +++ ++ 15,0   | +++ + 15,0 | +++ + 15,0                                                         | +++ + 15,0 | +++ + 15,0    | +++ + 15,0 | +++ + 15,0                                                       | +++ + 15,0 | +++ + 15,0    | +++ + 15,0 |
| 38.                                                           | +++ ++ 15,2 | +++ ++ 15,2   | +++ + 15,2 | +++ + 15,2                                                         | +++ + 15,2 | +++ + 15,2    | +++ + 15,2 | +++ + 15,2                                                       | +++ + 15,2 | +++ + 15,2    | +++ + 15,2 |
| 39.                                                           | +++ ++ 15,5 | +++ ++ 15,5   | +++ + 15,5 | +++ + 15,5                                                         | +++ + 15,5 | +++ + 15,5    | +++ + 15,5 | +++ + 15,5                                                       | +++ + 15,5 | +++ + 15,5    | +++ + 15,5 |
| 40.                                                           | +++ ++ 15,8 | +++ ++ 15,8   | +++ + 15,8 | +++ + 15,8                                                         | +++ + 15,8 | +++ + 15,8    | +++ + 15,8 | +++ + 15,8                                                       | +++ + 15,8 | +++ + 15,8    | +++ + 15,8 |
| 41.                                                           | +++ ++ 16,0 | +++ ++ 16,0   | +++ + 16,0 | +++ + 16,0                                                         | +++ + 16,0 | +++ + 16,0    | +++ + 16,0 | +++ + 16,0                                                       | +++ + 16,0 | +++ + 16,0    | +++ + 16,0 |
| 42.                                                           | +++ ++ 16,2 | +++ ++ 16,2   | +++ + 16,2 | +++ + 16,2                                                         | +++ + 16,2 | +++ + 16,2    | +++ + 16,2 | +++ + 16,2                                                       | +++ + 16,2 | +++ + 16,2    | +++ + 16,2 |
| 43.                                                           | +++ ++ 16,5 | +++ ++ 16,5   | +++ + 16,5 | +++ + 16,5                                                         | +++ + 16,5 | +++ + 16,5    | +++ + 16,5 | +++ + 16,5                                                       | +++ + 16,5 | +++ + 16,5    | +++ + 16,5 |
| 44.                                                           | +++ ++ 16,8 | +++ ++ 16,8   | +++ + 16,8 | +++ + 16,8                                                         | +++ + 16,8 | +++ + 16,8    | +++ + 16,8 | +++ + 16,8                                                       | +++ + 16,8 | +++ + 16,8    | +++ + 16,8 |
| 45.                                                           | +++ ++ 17,0 | +++ ++ 17,0   | +++ + 17,0 | +++ + 17,0                                                         | +++ + 17,0 | +++ + 17,0    | +++ + 17,0 | +++ + 17,0                                                       | +++ + 17,0 | +++ + 17,0    | +++ + 17,0 |
| 46.                                                           | +++ ++ 17,2 | +++ ++ 17,2   | +++ + 17,2 | +++ + 17,2                                                         | +++ + 17,2 | +++ + 17,2    | +++ + 17,2 | +++ + 17,2                                                       | +++ + 17,2 | +++ + 17,2    | +++ + 17,2 |
| 47.                                                           | +++ ++ 17,5 | +++ ++ 17,5   | +++ + 17,5 | +++ + 17,5                                                         | +++ + 17,5 | +++ + 17,5    | +++ + 17,5 | +++ + 17,5                                                       | +++ + 17,5 | +++ + 17,5    | +++ + 17,5 |
| 48.                                                           | +++ ++ 17,8 | +++ ++ 17,8   | +++ + 17,8 | +++ + 17,8                                                         | +++ + 17,8 | +++ + 17,8    | +++ + 17,8 | +++ + 17,8                                                       | +++ + 17,8 | +++ + 17,8    | +++ + 17,8 |
| 49.                                                           | +++ ++ 18,0 | +++ ++ 18,0   | +++ + 18,0 | +++ + 18,0                                                         | +++ + 18,0 | +++ + 18,0    | +++ + 18,0 | +++ + 18,0                                                       | +++ + 18,0 | +++ + 18,0    | +++ + 18,0 |
| 50.                                                           | +++ ++ 18,2 | +++ ++ 18,2   | +++ + 18,2 | +++ + 18,2                                                         | +++ + 18,2 | +++ + 18,2    | +++ + 18,2 | +++ + 18,2                                                       | +++ + 18,2 | +++ + 18,2    | +++ + 18,2 |
| 51.                                                           | +++ ++ 18,5 | +++ ++ 18,5   | +++ + 18,5 | +++ + 18,5                                                         | +++ + 18,5 | +++ + 18,5    | +++ + 18,5 | +++ + 18,5                                                       | +++ + 18,5 | +++ + 18,5    | +++ + 18,5 |
| 52.                                                           | +++ ++ 18,8 | +++ ++ 18,8   | +++ + 18,8 | +++ + 18,8                                                         | +++ + 18,8 | +++ + 18,8    | +++ + 18,8 | +++ + 18,8                                                       | +++ + 18,8 | +++ + 18,8    | +++ + 18,8 |
| 53.                                                           | +++ ++ 19,0 | +++ ++ 19,0   | +++ + 19,0 | +++ + 19,0                                                         | +++ + 19,0 | +++ + 19,0    | +++ + 19,0 | +++ + 19,0                                                       | +++ + 19,0 | +++ + 19,0    | +++ + 19,0 |
| 54.                                                           | +++ ++ 19,2 | +++ ++ 19,2   | +++ + 19,2 | +++ + 19,2                                                         | +++ + 19,2 | +++ + 19,2    | +++ + 19,2 | +++ + 19,2                                                       | +++ + 19,2 | +++ + 19,2    | +++ + 19,2 |
| 55.                                                           | +++ ++ 19,5 | +++ ++ 19,5   | +++ + 19,5 | +++ + 19,5                                                         | +++ + 19,5 | +++ + 19,5    | +++ + 19,5 | +++ + 19,5                                                       | +++ + 19,5 | +++ + 19,5    | +++ + 19,5 |
| 56.                                                           | +++ ++ 19,8 | +++ ++ 19,8   | +++ + 19,8 | +++ + 19,8                                                         | +++ + 19,8 | +++ + 19,8    | +++ + 19,8 | +++ + 19,8                                                       | +++ + 19,8 | +++ + 19,8    | +++ + 19,8 |

Die gleichzeitige Keimung der Bouillon mit *Bacterium coli* und *Micrococcus albus haemolyticus* ergab bei Zimmertemperatur nach 15 Tagen und bei 37°C nach 9 Tagen keine lebenden Mikrokokken mehr, (Nr. 1 und 2) während dort, wo der Bouillon zuerst Kolibakterien zugesetzt worden waren, *Micrococcus albus haemolyticus* bei



Zimmertemperatur schon nach 1. Tag und bei 37°C nach 4 Tagen nicht mehr isolierbar (Nr. 3 und 4). In zweiten Reihe stand die Entwicklung der Kokken schon nach 24 Stunden deutlich hinter der von *Bacterium coli* zurück.

Auch bei Einbringung von *Micrococcus albus haemolyticus* in großen Mengen ließ sich also gegenüber den Kontrollen eine hemmende Wirkung der Solibakterien feststellen. Doch zeigten die Mikrokokken hier wie bei dem analogen Versuch im sterilisierten Bachwasser eine größere Lebensfähigkeit als bei einer Verimpfung durch einen Bouillonkultur. Die massive Übertragung machte sich auch durch ein besseres Wachstum bemerkbar. So konnte *Micrococcus albus haemolyticus* bei einer Verimpfung 24 Stunden vor *Bacterium coli* bei Zimmertemperatur vereinzelt noch nach 56 Tagen und bei 37°C bis einschließlich zum 13. Tage isoliert werden.

Das *Bacterium coli* entwickelte sich in allen Mischkulturen sehr kräftig und zeigte nach 56tägiger Kulturdauer noch ein üppiges Wachstum.

Die pH-Werte der Mischkulturen, die während der Inkubation bei 37°C bis 9,0 und bei 18 - 20°C bis 8,5 anstiegen, unterschieden sich nicht von den im vorhergehenden Versuch gemessenen.

Im ganzen wurde auch hier, bei massiven Zusatz von *Micrococcus albus haemolyticus* zur Nährbouillon, eine längere Lebensdauer der Mikrokokken verzeichnet als im sterilisierten Bachwasser.

#### *Bacterium coli* und *Micrococcus aureus haemolyticus*.

Die Ergebnisse dieser Mischkulturversuche wurden in der Tabelle 53 zusammengefaßt.

Tabelle 53: Die Lebensdauer von *Bacterium coli* (col) und *Micrococcus aureus haemolyticus* (aur) in Nährbouillon. (Anfangs-pH: 7,0).

| 1 Öse Bact. coli +<br>gleichzeitig<br>1 Öse Micrococcus haem. |     |     |               |     |     | 1 Öse Bact. coli +<br>24 Stunden später<br>1 Öse Micrococcus haem. |     |     |               |     |     | 1 Öse Micrococcus haem. +<br>24 Stunden später<br>1 Öse Bact. coli |     |     |               |     |     |     |
|---------------------------------------------------------------|-----|-----|---------------|-----|-----|--------------------------------------------------------------------|-----|-----|---------------|-----|-----|--------------------------------------------------------------------|-----|-----|---------------|-----|-----|-----|
| Nr. 1<br>18 - 20°C                                            |     |     | Nr. 2<br>37°C |     |     | Nr. 3<br>18 - 20°C                                                 |     |     | Nr. 4<br>37°C |     |     | Nr. 5<br>18 - 20°C                                                 |     |     | Nr. 6<br>37°C |     |     |     |
| Tag                                                           | col | aur | pH            | col | aur | pH                                                                 | col | aur | pH            | col | aur | pH                                                                 | col | aur | pH            | col | aur | pH  |
| 1.                                                            | +++ | ++  | 5,5           | +++ | +   | 5,5                                                                | +++ | +   | 5,5           | +++ | -   | 5,5                                                                | +++ | ++  | 5,5           | +++ | ++  | 5,5 |
| 2.                                                            | +++ | +   | 6,0           | +++ | +   | 6,5                                                                | +++ | -   | 6,0           | +++ | -   | 6,5                                                                | +++ | ++  | 6,0           | +++ | ++  | 6,5 |
| 3.                                                            | +++ | +   | 6,5           | +++ | -   | 7,0                                                                | +++ | -   | 6,5           | +++ | -   | 7,0                                                                | +++ | ++  | 6,5           | +++ | ++  | 7,0 |
| 5.                                                            | +++ | +   | 6,8           | +++ | -   | 7,2                                                                | +++ | -   | 6,8           | +++ | -   | 7,2                                                                | +++ | ++  | 6,8           | +++ | ++  | 7,2 |
| 7.                                                            | +++ | -   | 7,0           | +++ | -   | 7,5                                                                | +++ | -   | 7,0           | +++ | -   | 7,5                                                                | +++ | ++  | 7,0           | +++ | ++  | 7,5 |
| 10.                                                           | +++ | -   |               | +++ | -   |                                                                    | +++ | -   |               | +++ | -   |                                                                    | +++ | ++  |               | +++ | +   |     |
| 14.                                                           | +++ | -   | 7,2           | +++ | -   | 7,8                                                                | +++ | -   | 7,2           | +++ | -   | 7,8                                                                | +++ | +   | 7,2           | +++ | +   | 7,8 |
| 17.                                                           | +++ | -   | 7,2           | +++ | -   | 8,0                                                                | +++ | -   | 7,2           | +++ | -   | 8,0                                                                | +++ | +   | 7,2           | +++ | -   | 8,0 |
| 21.                                                           | +++ | -   | 7,5           | +++ | -   | 8,0                                                                | +++ | -   | 7,5           | +++ | -   | 8,0                                                                | +++ | +   | 7,5           | +++ | -   | 8,0 |
| 26.                                                           | +++ | -   | 7,5           | +++ | -   | 8,2                                                                | +++ | -   | 7,5           | +++ | -   | 8,2                                                                | +++ | -   | 7,5           | +++ | -   | 8,2 |

#### Kontrollen für die Tabellen 53 und 54

| 1 Öse <i>Bacterium coli</i> |          |      |          | 1 Öse <i>Micrococcus aureus haem.</i> |          |      |          |     |
|-----------------------------|----------|------|----------|---------------------------------------|----------|------|----------|-----|
| 18 - 20°C                   |          | 37°C |          | 18 - 20°C                             |          | 37°C |          |     |
| Tag                         | Wachstum | pH   | Wachstum | pH                                    | Wachstum | pH   | Wachstum | pH  |
| 1.                          | +++      | 5,5  | +++      | 5,5                                   | +++      | 6,5  | +++      | 6,5 |
| 2.                          | +++      | 6,0  | +++      | 6,5                                   | +++      | 6,0  | +++      | 6,5 |
| 3.                          | +++      | 6,5  | +++      | 7,0                                   | +++      | 6,0  | +++      | 6,5 |
| 5.                          | +++      | 6,8  | +++      | 7,2                                   | +++      | 6,0  | +++      | 6,5 |
| 7.                          | +++      | 7,0  | +++      | 7,5                                   | +++      | 6,0  | +++      | 6,5 |
| 14.                         | +++      | 7,2  | +++      | 7,8                                   | +++      | 6,0  | +++      | 6,5 |
| 21.                         | +++      | 7,5  | +++      | 8,0                                   | +++      | 6,0  | +++      | 6,5 |
| 28.                         | +++      | 7,5  | +++      | 8,5                                   | +++      | 6,0  | +++      | 6,5 |
| 35.                         | +++      | 8,0  | +++      | 8,7                                   | +++      | 6,0  | +++      | 6,5 |
| 42.                         | +++      | 8,2  | +++      | 9,0                                   | +++      | 6,0  | +++      | 6,5 |
| 49.                         | +++      | 8,5  | +++      | 9,0                                   | +++      | 6,0  | +++      | 6,5 |
| 56.                         | +++      | 8,5  | +++      | 9,0                                   | +++      | 6,0  | +++      | 6,5 |



Wie aus Tabelle 54 ist zu sehen, wuchs das *Bacterium coli* in allen Mikrokulturen mit gleichzeitiger Einimpfung in Nährbouillon bei Zimmer- und Brutschranktemperatur noch nach 26 Tagen so reichlich wie am 1. Tag, während *Micrococcus aureus haemolyticus* in keiner Entwicklung gehemmt wurde.

Wenn die Mikrokulturen, in welchen noch *Bacterium coli* eingeimpft wurden, gelang es Infektion bei 47°C schon nach einem Tag nicht mehr, bei Zimmertemperatur 2 Tage nicht mehr. Bei gleichzeitiger Übertragung mit Kolibakterien konnten z. B. bei 18 - 20°C nach 7 Tagen, bei 37°C nach 3 Tagen nicht mehr nachgewiesen werden. Am längsten lebte also bei dieser Verimpfung vor *Bacterium coli*: bei Zimmertemperatur 25 Tage und bei 37°C 16 Tage. Hier war die Vermehrung der Mikrokokken zu Beginn der Untersuchungen stärker als in den übrigen Kulturen.

Dagegen entwickelten sich die Mikrokokken in den gleichzeitig eingesetzten Kontrollen bei Zimmer- und Brutschranktemperatur nach 56 Tagen noch reichlich.

Die pH-Werte entsprachen den in Versuch mit *Micrococcus albus haemolyticus* ermittelten.

Somit ergibt sich, daß *Micrococcus aureus haemolyticus*, besonders nach Erstverimpfung, in der Nährbouillon mit *Bacterium coli* in Nährbouillon länger lebensfähig war als in der Nährbouillon in sterilisiertem Hartwasser.

Es folgten Versuche, bei denen sehr große Mengen (Ösen einer Agarkulturbeschwemmung) von *Micrococcus aureus haemolyticus* mit kleinen (Ösen einer Bouillonkultur) von *Bacterium coli* in Nährbouillon übertragen wurden. Die Versuchsergebnisse enthält die Tabelle 54.

Tabelle 54: Die Lebensdauer von *Bacterium coli* (*col*) und *Micrococcus aureus haemolyticus* (*aur*) in Nährbouillon. (Anfangs-pH: 7,0).

| 1 Öse Bact. coli +<br>gleichzeitig<br>1 Öse Micrococcus haem. |            |               |            | 1 Öse Bact. coli +<br>24 Stunden später<br>1 Öse Micrococcus haem. |            |               |            | 1 Öse Micrococcus haem.<br>24 Stunden später<br>1 Öse Bact. coli |            |               |            |
|---------------------------------------------------------------|------------|---------------|------------|--------------------------------------------------------------------|------------|---------------|------------|------------------------------------------------------------------|------------|---------------|------------|
| Nr. 1<br>18 - 20°C                                            |            | Nr. 2<br>37°C |            | Nr. 3<br>18 - 20°C                                                 |            | Nr. 4<br>37°C |            | Nr. 5<br>18 - 20°C                                               |            | Nr. 6<br>37°C |            |
| Tag                                                           | col aur pH | col aur pH    | col aur pH | col aur pH                                                         | col aur pH | col aur pH    | col aur pH | col aur pH                                                       | col aur pH | col aur pH    | col aur pH |
| 1.                                                            | +++ ++ 5,5 | +++ ++ 5,5    | +++ ++ 5,5 | +++ ++ 5,5                                                         | +++ ++ 5,5 | +++ ++ 5,5    | +++ ++ 5,5 | +++ ++ 5,5                                                       | +++ ++ 5,5 | +++ ++ 5,5    | +++ ++ 5,5 |
| 2.                                                            | +++ ++ 6,0 | +++ ++ 6,0    | +++ ++ 6,0 | +++ ++ 6,0                                                         | +++ ++ 6,0 | +++ ++ 6,0    | +++ ++ 6,0 | +++ ++ 6,0                                                       | +++ ++ 6,0 | +++ ++ 6,0    | +++ ++ 6,0 |
| 3.                                                            | +++ ++ 6,5 | +++ ++ 6,5    | +++ ++ 6,5 | +++ ++ 6,5                                                         | +++ ++ 6,5 | +++ ++ 6,5    | +++ ++ 6,5 | +++ ++ 6,5                                                       | +++ ++ 6,5 | +++ ++ 6,5    | +++ ++ 6,5 |
| 5.                                                            | +++ ++ 6,8 | +++ ++ 6,8    | +++ ++ 6,8 | +++ ++ 6,8                                                         | +++ ++ 6,8 | +++ ++ 6,8    | +++ ++ 6,8 | +++ ++ 6,8                                                       | +++ ++ 6,8 | +++ ++ 6,8    | +++ ++ 6,8 |
| 7.                                                            | +++ ++ 7,0 | +++ ++ 7,0    | +++ ++ 7,0 | +++ ++ 7,0                                                         | +++ ++ 7,0 | +++ ++ 7,0    | +++ ++ 7,0 | +++ ++ 7,0                                                       | +++ ++ 7,0 | +++ ++ 7,0    | +++ ++ 7,0 |
| 9.                                                            | +++ +      | +++ +         | +++ +      | +++ +                                                              | +++ +      | +++ +         | +++ +      | +++ +                                                            | +++ +      | +++ +         | +++ +      |
| 13.                                                           | +++ +      | +++ +         | +++ +      | +++ +                                                              | +++ +      | +++ +         | +++ +      | +++ +                                                            | +++ +      | +++ +         | +++ +      |
| 14.                                                           | +++ = 7,2  | +++ = 7,8     | +++ = 7,2  | +++ = 7,8                                                          | +++ = 7,2  | +++ = 7,8     | +++ = 7,2  | +++ = 7,8                                                        | +++ = 7,2  | +++ = 7,8     | +++ = 7,2  |
| 21.                                                           | +++ = 7,5  | +++ = 8,0     | +++ = 7,5  | +++ = 8,0                                                          | +++ = 7,5  | +++ = 8,0     | +++ = 7,5  | +++ = 8,0                                                        | +++ = 7,5  | +++ = 8,0     | +++ = 7,5  |
| 24.                                                           | +++ = 7,5  | +++ = 8,2     | +++ = 7,5  | +++ = 8,2                                                          | +++ = 7,5  | +++ = 8,2     | +++ = 7,5  | +++ = 8,2                                                        | +++ = 7,5  | +++ = 8,2     | +++ = 7,5  |
| 28.                                                           | +++ = 7,8  | +++ = 8,5     | +++ = 7,8  | +++ = 8,5                                                          | +++ = 7,8  | +++ = 8,5     | +++ = 7,8  | +++ = 8,5                                                        | +++ = 7,8  | +++ = 8,5     | +++ = 7,8  |
| 33.                                                           | +++ = 7,8  | +++ = 8,5     | +++ = 7,8  | +++ = 8,5                                                          | +++ = 7,8  | +++ = 8,5     | +++ = 7,8  | +++ = 8,5                                                        | +++ = 7,8  | +++ = 8,5     | +++ = 7,8  |
| 35.                                                           | +++ = 8,0  | +++ = 8,7     | +++ = 8,0  | +++ = 8,7                                                          | +++ = 8,0  | +++ = 8,7     | +++ = 8,0  | +++ = 8,7                                                        | +++ = 8,0  | +++ = 8,7     | +++ = 8,0  |
| 42.                                                           | +++ = 8,2  | +++ = 9,0     | +++ = 8,2  | +++ = 9,0                                                          | +++ = 8,2  | +++ = 9,0     | +++ = 8,2  | +++ = 9,0                                                        | +++ = 8,2  | +++ = 9,0     | +++ = 8,2  |
| 49.                                                           | +++ = 8,5  | +++ = 9,0     | +++ = 8,5  | +++ = 9,0                                                          | +++ = 8,5  | +++ = 9,0     | +++ = 8,5  | +++ = 9,0                                                        | +++ = 8,5  | +++ = 9,0     | +++ = 8,5  |
| 56.                                                           | +++ = 8,5  | +++ = 9,0     | +++ = 8,5  | +++ = 9,0                                                          | +++ = 8,5  | +++ = 9,0     | +++ = 8,5  | +++ = 9,0                                                        | +++ = 8,5  | +++ = 9,0     | +++ = 8,5  |

Wurden die Mikrokokken gleichzeitig mit *Bacterium coli* in die Nährbouillon gebracht, so waren sie bei Zimmertemperatur 13 Tage und bei 37°C 4 Tage am Leben während sie in den Kulturen, die zuerst mit Kolibakterien infiziert worden waren bei 18 - 20°C nur 4 Tage und bei Brutschranktemperatur nur 2 Tage lang lebten. diesen letztgenannten Erbsen verwehrten sie sich gleich zu Beginn sehr viel weniger als *Bacterium coli*.

Bei der Übertragung einer großen Anzahl von *Micrococcus aureus haemolyticus* in Nährbouillon ließ sich also gegenüber den Kontrollen auch ein hemmender Einfluss der Kolibakterien auf die Mikrokokken nachweisen. Diese wuchsen hier jedoch etwas besser und waren länger lebensfähig als bei einer Einimpfung mittels Ösen.



einer Bouillonkultur vor allem, wenn sie 24 Stunden vor *Bacterium coli* in die Röhre gelangten. Dann waren sie bei Zimmertemperatur vereinzelt noch nach 36 Tagen vorhanden, bei 37°C bis zum 20. Tage.

Die starke Vermehrung von *Bacterium coli* hielt bei Zimmer- und Brutschranktemperatur noch nach 56tägigen Aufenthalt in den Mischkulturen unvermindert an. Die pH-Werte stimmten mit den in vorhergehenden Versuchsgemischen überein. Im Vergleich zu den analogen Versuchen in sterilisiertem Bachwasser wurde hier auch bei massiver Verimpfung eine längere Lebensdauer von *Micrococcus citreus haemolyticus* beobachtet.

#### *Bacterium coli* und *Micrococcus citreus haemolyticus*

Gleiche Untersuchungen an *Bacterium coli* und *Micrococcus citreus haemolyticus* führten zu folgendem Ergebnis: weder bei Zimmer- noch bei Brutschranktemperatur und einer Verimpfung in kleinen oder großen Mengen konnten nach 24 Stunden lebende Mikrokokken angetroffen werden, ob sie mit *Bacterium coli* gleichzeitig, nach dessen oder sogar vorher in die Bouillon eingebracht worden waren. *Bacterium coli* hatte sich dagegen stark vermehrt und war noch 3 Wochen später in allen Mischkulturen zahlreich vertreten.

In den gleichzeitig angesetzten Kontrollen lebte *Micrococcus citreus haemolyticus* bei Temperaturen von 18 - 20°C und 37°C noch nach 21 Tagen.

Es ergibt sich somit, daß sich die Lebensdauer von *Micrococcus citreus haemolyticus* in Mischkulturen mit *Bacterium coli* in Nährbouillon verkürzte.

Durch weitere Versuche sollte das Verhalten von *Bacterium coli* und *Bacterium enteritidis* Gärtner gegenüber *Bacterium faecalis alcaligenes* in Mischkulturen in Nährbouillon untersucht werden.

#### *Bacterium coli* und *Bacterium faecalis alcaligenes*

Die Tabelle 55 enthält die Ergebnisse dieser Mischkulturversuche.

Tabelle 55: Die Lebensdauer von *Bacterium coli* (col) und *Bacterium faecalis alcaligenes* (alc) in Nährbouillon. (Anfangs-pH: 7,0).

| 1 Öse Bact. coli +<br>gleichzeitig<br>1 Öse Bact. faecalis alc. |     |         | 1 Öse Bact. coli +<br>24 Stunden später<br>1 Öse Bact. faecalis alc. |          |     | 1 Öse Bact. faecalis alc.<br>24 Stunden später<br>1 Öse Bact. coli |     |          |
|-----------------------------------------------------------------|-----|---------|----------------------------------------------------------------------|----------|-----|--------------------------------------------------------------------|-----|----------|
| Nr. 1<br>18 - 20°C                                              |     |         | Nr. 2<br>37°C                                                        |          |     | Nr. 3<br>18 - 20°C                                                 |     |          |
| Nr. 4<br>37°C                                                   |     |         | Nr. 5<br>18 - 20°C                                                   |          |     | Nr. 6<br>37°C                                                      |     |          |
| Tag                                                             | col | alc pH  | col                                                                  | alc pH   | col | alc pH                                                             | col | alc pH   |
| 1.                                                              | +++ | +++ 5,5 | +++                                                                  | ++ 5,5   | +++ | +++ 5,5                                                            | +++ | +++ 5,5  |
| 3.                                                              | +++ | +++     | +++                                                                  | +++ 6,0  | +++ | +++                                                                | +++ | +++ 6,0  |
| 4.                                                              | +++ | +++     | +++                                                                  | +++ 6,5  | +++ | +++                                                                | +++ | +++ 6,5  |
| 5.                                                              | +++ | +++     | +++                                                                  | +++ 7,0  | +++ | +++                                                                | +++ | +++ 7,0  |
| 6.                                                              | +++ | +++     | +++                                                                  | +++ 7,2  | +++ | +++                                                                | +++ | +++ 7,2  |
| 7.                                                              | +++ | +++ 5,5 | +++                                                                  | +++ 7,5  | +++ | +++ 5,5                                                            | +++ | +++ 7,5  |
| 14.                                                             | +++ | +++ 6,0 | +++                                                                  | +++ 8,5  | +++ | +++ 6,0                                                            | +++ | +++ 8,5  |
| 16.                                                             | +++ | +++     | ++                                                                   | +++      | +++ | +++                                                                | +++ | +++      |
| 19.                                                             | +++ | +++     | ++                                                                   | +++      | +++ | +++                                                                | +++ | +++      |
| 21.                                                             | +++ | +++ 6,5 | ++                                                                   | +++ 9,0  | +++ | +++ 6,5                                                            | +++ | +++ 9,0  |
| 24.                                                             | +++ | +++     | +                                                                    | +++      | +++ | +++                                                                | +++ | +++ 9,5  |
| 27.                                                             | +++ | +++     | -                                                                    | +++ 9,5  | +++ | +++                                                                | +++ | +++      |
| 28.                                                             | +++ | +++ 7,0 | -                                                                    | +++ 9,5  | +++ | +++ 7,0                                                            | +++ | +++ 9,5  |
| 29.                                                             | +++ | +++     | -                                                                    | +++      | +++ | +++                                                                | +++ | +++      |
| 35.                                                             | +++ | +++ 7,5 | ++                                                                   | 9,5      | +++ | +++ 7,5                                                            | +++ | +++ 9,5  |
| 42.                                                             | +++ | +++ 8,0 | -                                                                    | +++ 9,5  | +++ | +++ 8,0                                                            | +++ | +++ 9,5  |
| 49.                                                             | +++ | +++ 8,5 | -                                                                    | +++ 10,0 | +++ | +++ 8,5                                                            | +++ | +++ 10,0 |
| 63.                                                             | +++ | +++ 9,0 | -                                                                    | +++ 10,0 | +++ | +++ 9,0                                                            | +++ | +++ 10,0 |
| 70.                                                             | +++ | +++ 9,2 | -                                                                    | +++ 10,0 | +++ | +++ 9,2                                                            | +++ | +++ 10,0 |
| 73.                                                             | +++ | +++ 9,2 | -                                                                    | +++ 10,0 | +++ | +++ 9,2                                                            | +++ | +++ 10,0 |



| Bacterium coli |     | Bacterium faecalis alc. |      |
|----------------|-----|-------------------------|------|
| 37°C           |     | 37°C                    |      |
| Tag            | pH  | Tag                     | pH   |
| 1              | 5,5 | 1                       | 7,0  |
| 2              | 6,0 | 2                       | 7,0  |
| 3              | 6,5 | 3                       | 7,5  |
| 5              | 7,0 | 5                       | 7,5  |
| 7              | 7,0 | 7                       | 7,8  |
| 14             | 7,2 | 14                      | 8,5  |
| 21             | 7,5 | 21                      | 9,0  |
| 28             | 7,5 | 28                      | 9,5  |
| 35             | 8,0 | 35                      | 9,5  |
| 42             | 8,2 | 42                      | 9,5  |
| 49             | 8,5 | 49                      | 10,0 |
| 56             | 8,5 | 56                      | 10,0 |
| 63             | 9,0 | 63                      | 10,0 |
| 70             | 9,0 | 70                      | 10,0 |
| 73             | 9,0 | 73                      | 10,0 |

Aus der Tabelle 55 ist ersichtlich, daß *Bacterium coli* und *Bacterium faecalis alcaligenes* in allen bei Zimmer- oder Bruttemperatur aufbewahrten Kulturröhrchen noch nach 7 tägiger Mischkultur sehr stark wachsen, während die Kolibakterien in den bei 37°C in Brutschrank gehaltenen Mischkulturen allmählich abnehmen. Der Zeit der Einimpfung in die Kontrollen entsprechend und bei gleichzeitiger Inokulation mit *Bacterium faecalis alcaligenes* nach 27 Tagen, bei Einimpfung nach diesem noch 2 Tagen und nach Erstverimpfung nach 35 Tagen zugrunde gingen.

Das *Bacterium faecalis alcaligenes* war in diesen Kulturen noch nach 73 Tagen lebensfähig.

In der Kontrolle lebte *Bacterium coli* auch bei Brutschranktemperatur (37°C) noch nach 73 Tagen in der Bouillon.

Ein Vergleich der gemessenen pH-Werte läßt erkennen, daß in den Mischkulturen nach anfänglicher Säuerung eine Alkalisierung eintrat.

In den Kolikontrollen wurde ebenfalls nach beginnender Säuerung des Nährmediums eine allmähliche Alkalisierung beobachtet.

Anders verhielt es sich bei den Kontrollen von *Bacterium faecalis alcaligenes*: das *Bacterium faecalis alcaligenes* Kohlenhydrate nicht angreift und deshalb keine Säure bildet, wurden die Nährböden durch die einsetzende Eiweißspaltung allmählich alkalisch.

In den Mischkulturen mit *Bacterium coli*/*Bacterium faecalis alcaligenes* hielt die Säuerung bei Temperaturen von 18-20°C gegenüber der Kolikontrolle länger an. Bei 37°C wurde sie dagegen sehr bald durch die starke Alkalibildung von *Bacterium coli* aufgehoben.

Somit ergibt sich, daß das *Bacterium coli* in den Mischkulturen mit *Bacterium faecalis alcaligenes* in Nährbouillon bei einer Inkubationstemperatur von 37°C wahrscheinlich nur deshalb überdauerte, weil es durch die höhere Temperatur dort sehr bald zu einer pH-Verschiebung in das stark alkalische Gebiet (pH 9,5) kam, die bei Zimmertemperatur nicht beobachtet wurde.

Bei den gleichen Untersuchungen in sterilisierten Bachwasser wurde weder bei Zimmer- noch bei Brutschranktemperatur ein nachstauhemmender Einfluß von *Bacterium faecalis alcaligenes* auf *Bacterium coli* festgestellt.

#### *Bacterium coli* und *Bacterium faecalis alcaligenes*

Die Untersuchungsergebnisse wurden in der Tabelle 56 zusammengefaßt.



Tabelle 56: Die Lebensdauer von *Bacterium enteritidis* Gärtner (gär) und *Bacterium faecalis alcaligenes* (alc) in Mähschäffler. (Anfangs-pH: 7,0).

| 1 Öse Bact. ent. Gärtner + gleichzeitig |     |     |     | 1 Öse Bact. ent. Gärtner 24 Stunden später |     |      |     | 1 Öse Bact. faecalis alc. 24 Stunden später |     |     |     |      |
|-----------------------------------------|-----|-----|-----|--------------------------------------------|-----|------|-----|---------------------------------------------|-----|-----|-----|------|
| 1 Öse Bact. faecalis alc.               |     |     |     | 1 Öse Bact. faecalis alc.                  |     |      |     | 1 Öse Bact. ent. Gärtner                    |     |     |     |      |
| Nr. 1                                   |     |     |     | Nr. 2                                      |     |      |     | Nr. 3                                       |     |     |     |      |
| 18 - 20°C                               |     |     |     | 27°C                                       |     |      |     | 18 - 20°C                                   |     |     |     |      |
| Tag                                     |     |     |     | Tag                                        |     |      |     | Tag                                         |     |     |     |      |
| gär alc pH                              |     |     |     | gär alc pH                                 |     |      |     | gär alc pH                                  |     |     |     |      |
| 1.                                      | +++ | +++ | 5,5 | +++                                        | +++ | 7,0  | +++ | +++                                         | 5,5 | +++ | +++ | 5,5  |
| 2.                                      | +++ | +++ |     | +++                                        | +++ | 6,0  | +++ | +++                                         | 6,0 | +++ | +++ | 6,0  |
| 3.                                      | +++ | +++ |     | +++                                        | +++ | 6,2  | +++ | +++                                         | 6,2 | +++ | +++ | 6,2  |
| 4.                                      | +++ | +++ |     | +++                                        | +++ | 6,5  | +++ | +++                                         | 6,5 | +++ | +++ | 6,5  |
| 5.                                      | +++ | +++ |     | +++                                        | +++ | 6,8  | +++ | +++                                         | 6,8 | +++ | +++ | 6,8  |
| 6.                                      | +++ | +++ |     | +++                                        | +++ | 7,0  | +++ | +++                                         | 7,0 | +++ | +++ | 7,2  |
| 7.                                      | +++ | +++ | 5,5 | +++                                        | +++ | 7,2  | +++ | +++                                         | 5,5 | +++ | +++ | 7,5  |
| 14.                                     | +++ | +++ | 5,8 | +++                                        | +++ | 8,2  | +++ | +++                                         | 5,5 | +++ | +++ | 9,0  |
| 18.                                     | +++ | +++ |     | +++                                        | +++ |      | +++ | +++                                         |     | +++ | +++ |      |
| 21.                                     | +++ | +++ | 6,0 | +++                                        | +++ | 7,0  | +++ | +++                                         | 5,8 | +++ | +++ | 9,2  |
| 23.                                     | +++ | +++ |     | +++                                        | +++ |      | +++ | +++                                         |     | +++ | +++ |      |
| 25.                                     | +++ | +++ |     | +++                                        | +++ |      | +++ | +++                                         |     | +++ | +++ |      |
| 26.                                     | +++ | +++ |     | +++                                        | +++ |      | +++ | +++                                         |     | +++ | +++ |      |
| 28.                                     | +++ | +++ | 6,0 | +++                                        | +++ | 7,2  | +++ | +++                                         | 6,0 | +++ | +++ | 9,5  |
| 32.                                     | +++ | +++ |     | +++                                        | +++ |      | +++ | +++                                         |     | +++ | +++ |      |
| 33.                                     | +++ | +++ |     | +++                                        | +++ |      | +++ | +++                                         |     | +++ | +++ | 9,5  |
| 34.                                     | +++ | +++ |     | +++                                        | +++ |      | +++ | +++                                         |     | +++ | +++ |      |
| 35.                                     | +++ | +++ | 6,5 | +++                                        | +++ | 7,5  | +++ | +++                                         | 6,2 | +++ | +++ | 9,6  |
| 38.                                     | +++ | +++ |     | +++                                        | +++ | 7,5  | +++ | +++                                         |     | +++ | +++ |      |
| 40.                                     | +++ | +++ |     | +++                                        | +++ |      | +++ | +++                                         | 9,5 | +++ | +++ |      |
| 42.                                     | +++ | +++ | 7,0 | +++                                        | +++ | 9,8  | +++ | +++                                         | 6,5 | +++ | +++ | 9,8  |
| 49.                                     | +++ | +++ | 7,5 | +++                                        | +++ | 10,0 | +++ | +++                                         | 7,0 | +++ | +++ | 10,0 |
| 56.                                     | +++ | +++ | 7,8 | +++                                        | +++ | 10,0 | +++ | +++                                         | 7,5 | +++ | +++ | 10,0 |
| 63.                                     | +++ | +++ | 8,0 | +++                                        | +++ | 10,0 | +++ | +++                                         | 8,0 | +++ | +++ | 10,0 |
| 70.                                     | +++ | +++ | 8,5 | +++                                        | +++ | 10,0 | +++ | +++                                         | 8,2 | +++ | +++ | 10,0 |
| 75.                                     | +++ | +++ | 8,5 | +++                                        | +++ | 10,0 | +++ | +++                                         | 8,5 | +++ | +++ | 10,0 |

Kontrollen

| Öse <i>Bacterium enteritidis</i> Gärtner |          |      |          | Öse <i>Bacterium faecalis</i> alcaligenes |          |      |          |      |
|------------------------------------------|----------|------|----------|-------------------------------------------|----------|------|----------|------|
| 18 - 20°C                                |          | 37°C |          | 18 - 20°C                                 |          | 37°C |          |      |
| Tag                                      | Wachstum | pH   | Wachstum | pH                                        | Wachstum | pH   | Wachstum | pH   |
| 1.                                       | +++      | 5,5  | +++      | 5,5                                       | +++      | 7,0  | +++      | 7,2  |
| 2.                                       | +++      | 5,8  | +++      | 6,0                                       | +++      | 7,0  | +++      | 7,2  |
| 3.                                       | +++      | 6,0  | +++      | 6,2                                       | +++      | 7,0  | +++      | 7,5  |
| 4.                                       | +++      | 6,2  | +++      | 6,3                                       | +++      | 7,0  | +++      | 7,5  |
| 5.                                       | +++      | 6,5  | +++      | 6,8                                       | +++      | 7,0  | +++      | 7,5  |
| 6.                                       | +++      | 6,8  | +++      | 7,0                                       | +++      | 7,0  | +++      | 7,5  |
| 7.                                       | +++      | 7,0  | +++      | 7,2                                       | +++      | 7,2  | +++      | 7,8  |
| 14.                                      | +++      | 7,0  | +++      | 7,2                                       | +++      | 7,5  | +++      | 6,5  |
| 21.                                      | +++      | 7,2  | +++      | 7,5                                       | +++      | 8,0  | +++      | 9,0  |
| 28.                                      | +++      | 7,2  | +++      | 7,8                                       | +++      | 8,0  | +++      | 9,5  |
| 35.                                      | +++      | 7,5  | +++      | 8,0                                       | +++      | 8,2  | +++      | 9,5  |
| 42.                                      | +++      | 7,5  | +++      | 8,0                                       | +++      | 8,5  | +++      | 9,5  |
| 49.                                      | +++      | 8,0  | +++      | 8,2                                       | +++      | 8,5  | +++      | 10,0 |
| 56.                                      | +++      | 8,0  | +++      | 8,5                                       | +++      | 9,0  | +++      | 10,0 |
| 63.                                      | +++      | 8,5  | +++      | 8,1                                       | +++      | 9,0  | +++      | 10,0 |
| 70.                                      | +++      | 8,5  | +++      | 9,0                                       | +++      | 9,2  | +++      | 10,0 |
| 75.                                      | +++      | 8,5  | +++      | 9,0                                       | +++      | 9,2  | +++      | 10,0 |



Von der Tabelle 55 aus kann man ablesen, daß das Bacterium faecalis alkalischer als das Bacterium coli ist. In beiden Fällen ist die pH-Wert bei 37°C. bei 9,5 gemessen worden. In der Tabelle 56 ist die pH-Wert bei 37°C. bei 9,5 gemessen worden. In der Tabelle 57 ist die pH-Wert bei 37°C. bei 9,5 gemessen worden.

Bei 37°C. ist das Bacterium faecalis alkalischer als das Bacterium coli. In der Tabelle 55 ist die pH-Wert bei 37°C. bei 9,5 gemessen worden. In der Tabelle 56 ist die pH-Wert bei 37°C. bei 9,5 gemessen worden. In der Tabelle 57 ist die pH-Wert bei 37°C. bei 9,5 gemessen worden.

Bei Zimmertemperatur wurden nach länger anhaltender Säuerung weniger stark alkalische Beträge verzeichnet.

Weiterhin ist ersichtlich, daß sich der pH in den Mischkulturen entsprechend Verimpfungszeit beider Keimarten änderte, er stieg, wenn das Bacterium faecalis alkaligenes zuerst in die Bouillon übertragen wurde, früher in den alkalische Bereich an als wenn beide Arten gleichzeitig in die Kulturröhrchen gebracht wurden oder Bacterium enteritidis Gärtner vor Bacterium faecalis alkaligenes in Bouillon gelangte.

Aus den Kontrollen ergeben sich für das Bacterium enteritidis Gärtner bei 37°C. pH - Werte, die nicht über 9,0 hinausgingen, während für das Bacterium faecalis alkaligenes solche bis zu 10,0 gemessen wurden. Da die pH - Werte in den Mischkulturen beim Absterben von Bacterium enteritidis Gärtner bei Brutschranktemperatur immer 9,5 betrugen, ist anzunehmen, daß auch der Untergang der Gärtnerbakterien auf einer pH-Änderung durch das Bacterium faecalis alkaligenes beruht. Im sterilisierten Bachwasser gediehen beide Bakterienarten in gleichen Versuchen sehr gut zusammen.

Ein Vergleich zwischen den Kontrollröhrchen der Tabellen 55 und 56 ergibt, daß der pH - Wert in den Kolikulturen früher und etwas mehr in das alkalische Gebiet aufrückte als in den Bacterium enteritidis Gärtner enthaltenden Röhrchen. Ingedessen wurde auch dort bei 37°C. in den Mischkulturen frühzeitiger der Wert 9,5 erreicht, der ein frühes Absterben der Kolibakterien bewirkte.

#### Zusammenstellung der Mischkulturversuchsergebnisse in Nährbouillon

| Mischkultur von                    | Ergebnis                                                                |
|------------------------------------|-------------------------------------------------------------------------|
| 1. Bacterium coli und              | 1. Unbeeinflusst                                                        |
| 2. Micrococcus albus haem.         | 2. Ging eher ein als in Kontrollen                                      |
| 1. Bacterium coli und              | 1. Unbeeinflusst                                                        |
| 2. Micrococcus aureus haem.        | 2. Ging eher ein als in Kontrollen                                      |
| 1. Bacterium coli und              | 1. Unbeeinflusst                                                        |
| 2. Micrococcus citreus haem.       | 2. Ging eher ein als in Kontrollen                                      |
| 1. Bacterium coli und              | 1. Bei 18 - 20°C unbeeinflusst; ging bei 37°C eher ein als in Kontrolle |
| 2. Bacterium faecalis alcaligenes  | 2. Unbeeinflusst                                                        |
| 1. Bacterium enteritidis Gärtner + | 1. Bei 18 - 20°C unbeeinflusst; ging bei 37°C eher ein als in Kontrolle |
| 2. Bacterium faecalis alcaligenes  | 2. Unbeeinflusst                                                        |



## 5. Die Lebensdauer von *Bacterium enteritidis* Gärtner in städtischem Abwasser und in Jauche.

Unter der Bevölkerung und den Haustierbeständen gibt es zahlreiche Dauerasscheider von Paratyphus-Enteritidis-Keimen. Dadurch treten diese Keime häufig im Abwasser und in Jauche auf.

Die folgenden Untersuchungen sollten darüber Aufschluß geben, wie lange in städtisches Abwasser und in Jauche eingepfropfte Paratyphuskeime zu leben vermögen.

Die Ergebnisse dieser Versuche wurden in der Tabelle 57 zusammengestellt.

Tabelle 57: Die Lebensdauer von *Bacterium enteritidis* Gärtner in städtischem Abwasser und in Jauche.

In städtischem Abwasser (Anfangs-pH: 7,0)

| Beimpft mit einer Öse | Peptonkulturar |             | Agarkulturarbeobachtung |             |
|-----------------------|----------------|-------------|-------------------------|-------------|
|                       | Nr. 1          | Nr. 2       | Nr. 3                   | Nr. 4       |
| Röhrchen              | 3 - 20°C       | 37°C        | 3 - 20°C                | 37°C        |
| Aufbewahrung          | Wachstum pH    | Wachstum pH | Wachstum pH             | Wachstum pH |
| 1.                    | +++ 7,0        | +++ 7,0     | +++ 7,0                 | +++ 7,0     |
| 2.                    | ++             | +++         | ++                      | +++         |
| 3.                    | +              | +++         | ++                      | +++         |
| 5.                    | +              | ++          | +                       | ++          |
| 6.                    | +              | ++          | +                       | ++          |
| 7.                    | - 7,0          | +           | - 7,0                   | ++ 7,5      |
| 10.                   | -              | +           | -                       | +           |
| 14.                   | -              | - 7,5       | -                       | +           |
| 15.                   | -              | -           | -                       | +           |

In Jauche (Anfangs-pH: 8,0)

|     |         |         |         |         |
|-----|---------|---------|---------|---------|
| 1.  | +++ 8,0 | +++ 8,0 | +++ 8,0 | +++ 8,0 |
| 2.  | ++      | +++     | +++     | +++     |
| 3.  | ++      | +++     | ++      | +++     |
| 7.  | ++ 8,2  | +++ 8,5 | ++ 8,2  | +++ 8,5 |
| 9.  | +       | ++      | ++      | +++     |
| 11. | +       | ++      | +       | +++     |
| 13. | +       | ++      | +       | ++      |
| 14. | +       | ++ 9,0  | +       | ++ 9,0  |
| 16. | - 8,5   | ++      | +       | ++      |
| 17. | -       | ++      | - 8,5   | ++      |
| 18. | -       | +       | -       | ++      |
| 20. | -       | +       | -       | +       |
| 21. | -       | - 9,5   | -       | - 9,5   |
| 23. | -       | -       | -       | - 9,5   |

In städtisches Abwasser eingepfropfte Gärtnerbakterien gingen nach verhältnismäßig kurzer Zeit zugrunde. Es zeigte sich ein deutlicher Unterschied in ihrem Verhalten bei Zimmer- und Brutschranktemperatur. Während ihr Wachstum nach 24stündiger Kulturdauer noch in allen Proben sehr gut war, konnte schon am 2. Tage bei Zimmertemperatur nur ein mittelmäßiges Fortkommen festgestellt werden. Danach ging die Vermehrung in diesen Kulturen immer mehr zurück, besonders wenn zur Beimpfung der Röhrchen eine geringe Menge (Öse einer Peptonkultur) von *Bacterium enteritidis* Gärtner verwendet worden war (Nr. 1). Nach 7 Tagen gelang in den bei Zimmertemperatur verwahrten Kulturen unabhängig von der Verimpfungsmenge eine Isolierung der Gärtnerbakterien nicht mehr. Bei 37°C war *Bacterium enteritidis* Gärtner durch eine Öse einer Peptonkultur übertragen nach 14 Tagen und mittels einer Öse einer Agarkulturarbeobachtung in das Wasser befördert, nach 15 Tagen nicht mehr lebensfähig. Auch hier



... besser, wenn sie in einer großen Anzahl in der Flüssigkeit vorhanden sind.  
Der Hydratationswert für den pH-Wert nach einer Woche auf 7,5 angegeben wurde, bei 20°C keine Änderung ermittelt werden konnte.

Auch bei 37°C lebten die Gärerbakterien bei 37°C länger als bei 20°C. Dies wurde durch die Menge bedingte Nährstoffkonzentration festgestellt. Bei einer großen Menge (aus einer Kulturabschwemmung) waren die Bakterien stark länger lebensfähig als bei einer Übertragung in kleinen Mengen mit einer kleinen Nährstoffkonzentration. Bei 37°C lebten sie bei 15 Tagen, bei 37°C 20 Tage und bei 20°C 10 Tage und bei Brutschranktemperatur 22 Tage. In den bei Zimmertemperatur aufgestellten Proben stieg der pH-Wert in den ersten Tagen bis auf 8,5 an, bei 37°C bis auf 9,5.  
Somit ergibt sich, daß Bakterien enteritidis Gärer in Jauche länger am Leben blieb als in städtischem Abwasser.

#### 6. Untersuchungen von städtischem Abwasser.

Nachdem die Lebensdauer einzelner oder zweier Bakterienstämme in sterilisiertem nährstoffarmen Medium (Reichwasser) und in sterilisiertem nährstoffreichem Medium (Nährbouillon) festgestellt wurde, sollte noch die Lebensdauer von Bakterien in einem nicht sterilisierten, reich mit organischer Substanz versehenen Milieu ermittelt und ferner die bei dem Prozeß der Selbstreinigung des Wassers auftretenden Mikroorganismen bestimmt werden. Zu diesem Zweck kam nächst Münchener städtisches Abwasser zur Verwendung, von dem 3 Proben untersucht wurden. Jede Abwasserprobe wurde in mehrere Gefäße verteilt und bei Zimmertemperatur (18 - 20°C) offen im Tageslicht oder verschlossen in Dunkel bzw. bei 37°C im Brutschrank aufgestellt und über längere Zeit (49 - 105 Tage) beobachtet.

Die Ergebnisse dieser Untersuchungen wurden in den Tabellen 56 - 71 zusammengestellt.

Sehr zahlreich auftretende Mikroorganismen wurden durch Unterstreichen gekennzeichnet.



## Städtisches Abwasser I

Tabelle 58: Durchschnittswerte der Keimzahlen pro 1/ccm der bei Temperaturen von 18 - 20°C verschlossen aufbewahrten Probe.

| Tag  | Streptokokken | Sporentbildner: Bac. mesentericus, Bac. subtilis | Hefe der Gattung Rhodotorula | Bacterium coli | Laktose inaktive, gramnegative Stäbchen | Auf Gärungs-<br>särbesen<br>nichtwachs-<br>sende gram-<br>negative<br>Stäbchen |
|------|---------------|--------------------------------------------------|------------------------------|----------------|-----------------------------------------|--------------------------------------------------------------------------------|
| 0.   | 200 000       | 2 500                                            | -                            | 154 400        | 39 300                                  | 40 600                                                                         |
| 3.   | 20 000        | 2 700                                            | -                            | 102 900        | 82 500                                  | 283 300                                                                        |
| 7.   | 20 000        | 2 600                                            | -                            | 59 100         | 66 800                                  | 210 700                                                                        |
| 10.  | 2 000         | 1 900                                            | -                            | 39 000         | 42 000                                  | 24 500                                                                         |
| 21.  | 200           | 1 000                                            | -                            | 17 700         | 24 900                                  | 72 500                                                                         |
| 35.  | -             | 400                                              | -                            | 9 400          | 18 800                                  | 15 700                                                                         |
| 49.  | -             | -                                                | 27 500                       | 3 900          | 22 500                                  | 20 000                                                                         |
| 63.  | -             | -                                                | 263 700                      | 1 600          | 59 900                                  | 29 700                                                                         |
| 77.  | -             | -                                                | 163 900                      | 800            | 86 300                                  | 12 400                                                                         |
| 91.  | -             | -                                                | 140 900                      | 600            | 22 200                                  | 2 500                                                                          |
| 105. | -             | -                                                | 23 400                       | 600            | 400                                     | 600                                                                            |

Tabelle 59: Nativpräparate der bei Temperaturen von 18 - 20°C verschlossen aufbewahrten Probe.

| Tag | pH  | H <sub>2</sub> S | KMnO <sub>4</sub> | Flagellaten                                          | Ziliaten                                                 | Bakterien                                                                                                                | Sonstiges |
|-----|-----|------------------|-------------------|------------------------------------------------------|----------------------------------------------------------|--------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|-----------|
| 0.  | 7.0 | +                | 164mg/l           | <u>Bodo putrinus</u> ,<br><u>Oicomonas mutabilis</u> | <u>Colpidium colpoda</u> ,<br><u>Paramecium caudatum</u> | Streptokokken,<br>bewegliche Stäb-<br>chen, <u>Spirillum undulans</u> , <u>Beggiatoa alba</u> , <u>Zoogloea ramigera</u> | Hefe      |
| 3.  | 7.2 | +                |                   | <u>Bodo putrinus</u> ,<br><u>Oicomonas mutabilis</u> | <u>Colpidium colpoda</u> ,<br><u>Paramecium caudatum</u> | Streptokokken,<br>bewegl. Stäbchen,<br><u>Spirillum undulans</u> , <u>Beggiatoa alba</u> , <u>Zoogloea ramigera</u>      | Hefe      |
| 7.  | 7.5 | +                |                   | <u>Bodo putrinus</u> ,<br><u>Oicomonas mutabilis</u> | <u>Colpidium colpoda</u> ,<br><u>Paramecium caudatum</u> | Streptokokken,<br>bewegliche Stäb-<br>chen, <u>Spirillum undulans</u> , <u>Zoogloea ramigera</u>                         | Hefe      |
| 10. | 7.5 | +                |                   | <u>Bodo putrinus</u> ,<br><u>Oicomonas mutabilis</u> | <u>Colpidium colpoda</u> ,<br><u>Paramecium caudatum</u> | Streptokokken,<br>bewegliche Stäb-<br>chen, <u>Spirillum undulans</u> , <u>Zoogloea ramigera</u>                         | Hefe      |



Zusammenfassung der Abfälle 1941

| Abfall | Temperatur | Wasser | Abfall   | Abfall                                                                                                 | Ziliaten                                                                                                                                         | Bakterien                                                                                 | Sonstige                |
|--------|------------|--------|----------|--------------------------------------------------------------------------------------------------------|--------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|-------------------------------------------------------------------------------------------|-------------------------|
| 21.    | 7,3        | -      |          | <u>Bodo putrinus</u> ,<br><u>Antophyssa</u><br><u>vegetans</u>                                         | <u>Colpidium</u><br><u>colpoda</u> ,<br><u>Paramecium</u><br><u>caudatum</u>                                                                     | Streptokokken,<br>Bewegliche Stäb-<br>chen, Spirillen<br>undulans, Zoo-<br>gloea ramigera | Hefe                    |
| 25.    | 7,2        | -      |          | <u>Bodo putrinus</u> ,<br><u>Uronema</u><br><u>mutabilis</u> ,<br><u>Antophyssa</u><br><u>vegetans</u> | <u>Colpidium</u><br><u>colpoda</u> ,<br><u>Paramecium</u><br><u>caudatum</u> ,<br><u>Uronema marinum</u> ,<br><u>Lionotus</u><br><u>fasciola</u> | Bewegliche Stäb-<br>chen, Zoogloea<br>ramigera                                            | Hefe,<br>Rotif<br>vulga |
| 49.    | 7,0        | -      |          | <u>Bodo putrinus</u> ,<br><u>Antophyssa</u><br><u>vegetans</u>                                         | <u>Colpidium</u><br><u>colpoda</u> ,<br><u>Paramecium</u><br><u>caudatum</u> ,<br><u>Uronema marinum</u> ,<br><u>Lionotus</u><br><u>fasciola</u> | Bewegliche Stäb-<br>chen, Zoogloea<br>ramigera                                            | Hefe,<br>Rotif<br>vulga |
| 53.    | 7,0        | -      |          | <u>Bodo putrinus</u> ,<br><u>Antophyssa</u><br><u>vegetans</u>                                         | <u>Colpidium</u><br><u>colpoda</u> ,<br><u>Paramecium</u><br><u>caudatum</u> ,<br><u>Uronema marinum</u> ,<br><u>Lionotus</u><br><u>fasciola</u> | Bewegliche Stäb-<br>chen, Zoogloea<br>ramigera                                            | Hefe,<br>Rotif<br>vulga |
| 77.    | 7,0        | -      |          | <u>Bodo putrinus</u> ,<br><u>Antophyssa</u><br><u>vegetans</u>                                         | <u>Colpidium</u><br><u>colpoda</u> ,<br><u>Paramecium</u><br><u>caudatum</u> ,<br><u>Uronema marinum</u> ,<br><u>Lionotus</u><br><u>fasciola</u> | Bewegliche Stäb-<br>chen, Zoogloea<br>ramigera                                            | Hefe,<br>Rotif<br>vulga |
| 91.    | 7,0        | -      |          | <u>Bodo putrinus</u> ,<br><u>Synura uvella</u>                                                         | <u>Colpidium</u><br><u>colpoda</u> ,<br><u>Paramecium</u><br><u>caudatum</u> ,<br><u>Uronema marinum</u> ,<br><u>Lionotus</u><br><u>fasciola</u> | Bewegliche Stäb-<br>chen                                                                  | Hefe,<br>Rotif<br>vulga |
| 105.   | 7,0        | -      | 9,88mg/l | <u>Bodo putrinus</u> ,<br><u>Synura uvella</u>                                                         | <u>Colpidium</u><br><u>colpoda</u> ,<br><u>Paramecium</u><br><u>caudatum</u> ,<br><u>Uronema marinum</u> ,<br><u>Lionotus</u><br><u>fasciola</u> | Bewegliche Stäb-<br>chen                                                                  | Hefe,<br>Rotif<br>vulga |



Tabelle 60: Durchschnittswerte der Keimzahlen pro 1/ccm der bei Temperaturen von 37°C verschlossen aufbewahrten Probe

| Tag | Streptokokken | Sporenbildner: Bac. mesentericus, Bac. subtilis | Hefe der Gattung Rhodotorula | Bacterium coli | Laktose un-aktive, gramnegative Stäbchen | Auf Gärungs-nährböden nichtwachsende gramnegative Stäbchen |
|-----|---------------|-------------------------------------------------|------------------------------|----------------|------------------------------------------|------------------------------------------------------------|
| 0.  | 200 000       | 2 500                                           | -                            | 164 400        | 39 300                                   | 40 600                                                     |
| 3.  | 2 000         | 2 500                                           | -                            | 43 800         | 43 000                                   | 97 800                                                     |
| 7.  | 200           | 2 300                                           | -                            | 25 700         | 21 300                                   | 177 000                                                    |
| 10. | 200           | 1 400                                           | -                            | 11 800         | 7 700                                    | 109 000                                                    |
| 21. | -             | -                                               | -                            | 2 800          | 2 400                                    | 54 300                                                     |
| 35. | -             | -                                               | -                            | 400            | 200                                      | 30 500                                                     |
| 49. | -             | -                                               | -                            | -              | -                                        | 17 200                                                     |

Tabelle 61: Naturpräparate der bei Temperaturen von 37°C verschlossen aufbewahrten Probe.

| Tag | pH  | H <sub>2</sub> S | KMnO <sub>4</sub> | Flagellaten                        | Ziliaten                               | Bakterien                                                                                 | Sonstiges |
|-----|-----|------------------|-------------------|------------------------------------|----------------------------------------|-------------------------------------------------------------------------------------------|-----------|
| 0.  | 7,0 | +                | 164mg/l           | Bodo putrinus, Olcomonas mutabilis | Colpidium colpoda, Paramecium caudatum | Streptokokken, bewegliche Stäbchen, Spirillum undulans, Beggiatoa alba, Zoogloea ramigera | Hefe      |
| 3.  | 7,5 | +                |                   | Bodo putrinus                      | Colpidium colpoda                      | Streptokokken, bewegliche Stäbchen, Spirillum undulans                                    |           |
| 7.  | 7,5 | +                |                   |                                    | Colpidium colpoda                      | Streptokokken, bewegliche Stäbchen, Spirillum undulans                                    |           |
| 10. | 7,5 | -                |                   |                                    |                                        | Streptokokken, bewegliche Stäbchen                                                        |           |
| 21. | 7,5 | -                |                   |                                    |                                        | Bewegliche Stäbchen                                                                       |           |
| 35. | 7,0 | -                |                   |                                    |                                        | Bewegliche Stäbchen                                                                       |           |
| 49. | 7,0 | -                |                   |                                    |                                        | Bewegliche Stäbchen                                                                       |           |



# FLÜSSIGKEITSKULTUREN II

Tabelle 62: Vermehrungszahlen der Bakterien pro 1/cm der bei Temperaturen von 18 - 20°C verschlossenen aufbewahrten Probe

| Tag  | Mikrokokken | Mikrokokken, bewegliche Stäbchen | Mikrokokken, bewegliche Stäbchen | Mikrokokken, bewegliche Stäbchen | Mikrokokken, bewegliche Stäbchen | Mikrokokken, bewegliche Stäbchen | Mikrokokken, bewegliche Stäbchen |
|------|-------------|----------------------------------|----------------------------------|----------------------------------|----------------------------------|----------------------------------|----------------------------------|
| 0.   | 20 000      | 2 200                            | 12 800                           | -                                | 200 700                          | 51 500                           | 78 100                           |
| 3.   | 20 000      | 2 000                            | 3 700                            | -                                | 186 500                          | 99 200                           | 1 58 300                         |
| 7.   | 20 000      | 600                              | 4 100                            | -                                | 80 300                           | 71 800                           | 1082 500                         |
| 10.  | 2 000       | -                                | 1 500                            | -                                | 45 100                           | 51 500                           | 711 400                          |
| 21.  | 200         | -                                | 3 000                            | -                                | 20 900                           | 23 800                           | 543 300                          |
| 35.  | 200         | -                                | 600                              | -                                | 2 600                            | 2 800                            | 35 200                           |
| 49.  | -           | -                                | -                                | 37 500                           | 1 400                            | 12 200                           | 46 200                           |
| 63.  | -           | -                                | -                                | 156 200                          | 200                              | 24 400                           | 57 900                           |
| 77.  | -           | -                                | -                                | 40 600                           | -                                | 15 300                           | 24 000                           |
| 91.  | -           | -                                | -                                | 18 900                           | -                                | 1 400                            | 4 800                            |
| 105. | -           | -                                | -                                | 15 700                           | -                                | 200                              | 1 200                            |

Tabelle 63: Nativpräparate der bei Temperaturen von 18 - 20°C verschlossenen aufbewahrten Probe

| Tag | pH  | H <sub>2</sub> S | KH <sub>2</sub> PO <sub>4</sub> | Flagellaten                                                                           | Ziliaten                                                 | Bakterien                                                                                              | Sonstige |
|-----|-----|------------------|---------------------------------|---------------------------------------------------------------------------------------|----------------------------------------------------------|--------------------------------------------------------------------------------------------------------|----------|
| 0   | 7,0 | -                | 172mg/l                         | <u>Bodo putrinus</u> ,<br><u>Oicomonas mutabilis</u> ,<br><u>Cercobodo longicauda</u> | <u>Colpidium colpoda</u> ,<br><u>Paramecium caudatum</u> | Mikrokokken, Streptokokken, bewegliche Stäbchen, Spirillum undulans, Beggiatoa alba, Zoogloea ramigera | Hefe     |
| 3   | 7,2 | -                |                                 | <u>Bodo putrinus</u> ,<br><u>Oicomonas mutabilis</u> ,<br><u>Cercobodo longicauda</u> | <u>Colpidium colpoda</u> ,<br><u>Paramecium caudatum</u> | Mikrokokken, Streptokokken, bewegliche Stäbchen, Spirillum undulans, Beggiatoa alba, Zoogloea ramigera | Hefe     |
| 7   | 7,5 | -                |                                 | <u>Bodo putrinus</u> ,<br><u>Oicomonas mutabilis</u> ,<br><u>Cercobodo longicauda</u> | <u>Colpidium colpoda</u> ,<br><u>Paramecium caudatum</u> | Mikrokokken, Streptokokken, bewegliche Stäbchen, Spirillum undulans, Zoogloea ramigera                 | Hefe     |
| 10  | 7,5 | -                |                                 | <u>Bodo putrinus</u> ,<br><u>Oicomonas mutabilis</u> ,<br><u>Cercobodo longicauda</u> | <u>Colpidium colpoda</u> ,<br><u>Paramecium caudatum</u> | Streptokokken, bewegliche Stäbchen, Spirillum undulans, Zoogloea ramigera                              | Hefe     |

Fortsetzung der Tabelle 63:

| Tag | pH  | H <sub>2</sub> S | KMnO <sub>4</sub> | Flagellaten                                                                                               | Ziliaten                                                                                                                                                        | Bakterien                                                                                           | Sonstiges                                  |
|-----|-----|------------------|-------------------|-----------------------------------------------------------------------------------------------------------|-----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|-----------------------------------------------------------------------------------------------------|--------------------------------------------|
| 21  | 7.5 | -                |                   | <u>Bodo putrinus</u> ,<br><u>Oicomonas</u><br><u>mutabilis</u> ,<br><u>Cercobodo</u><br><u>longicauda</u> | <u>Colpidium</u><br><u>colpoda</u> ,<br><u>Paramecium</u><br><u>caudatum</u>                                                                                    | Streptokokken, beweg-<br>liche Stäbchen,<br><u>Spirillum undulans</u> ,<br><u>Zoogloea ramigera</u> | Hefe                                       |
| 35  | 7.2 | -                |                   | <u>Bodo putrinus</u> ,<br><u>Oicomonas</u><br><u>mutabilis</u> ,<br><u>Cercobodo</u><br><u>longicauda</u> | <u>Colpidium</u><br><u>colpoda</u> ,<br><u>Paramecium</u><br><u>caudatum</u> , <u>Oxy-</u><br><u>tricha fallax</u> ,<br><u>Chilodonella</u><br><u>cucullata</u> | Streptokokken, beweg-<br>liche Stäbchen,<br><u>Zoogloea ramigera</u>                                | Hefe,<br><u>Rotifer</u><br><u>vulgaris</u> |
| 49  | 7.0 | -                |                   | <u>Bodo putrinus</u> ,<br><u>Cercobodo</u><br><u>longicauda</u>                                           | <u>Paramecium</u><br><u>caudatum</u> ,<br><u>Oxytricha</u><br><u>fallax</u> ,<br><u>Chilodonella</u><br><u>cucullata</u>                                        | Bewegliche Stäbchen,<br><u>Zoogloea ramigera</u>                                                    | Hefe,<br><u>Rotifer</u><br><u>vulgaris</u> |
| 63  | 7.0 | -                |                   | <u>Bodo putrinus</u> ,<br><u>Cercobodo</u><br><u>longicauda</u>                                           | <u>Paramecium</u><br><u>caudatum</u> ,<br><u>Oxytricha</u><br><u>fallax</u> ,<br><u>Chilodonella</u><br><u>cucullata</u>                                        | Bewegliche Stäbchen,<br><u>Zoogloea ramigera</u>                                                    | Hefe,<br><u>Rotifer</u><br><u>vulgaris</u> |
| 77  | 7.0 | -                |                   | <u>Bodo putrinus</u> ,<br><u>Cercobodo</u><br><u>longicauda</u>                                           | <u>Paramecium</u><br><u>caudatum</u> ,<br><u>Oxytricha</u><br><u>fallax</u> ,<br><u>Chilodonella</u><br><u>cucullata</u>                                        | Bewegliche Stäbchen,<br><u>Zoogloea ramigera</u>                                                    | Hefe,<br><u>Rotifer</u><br><u>vulgaris</u> |
| 91  | 7.0 | -                |                   | <u>Bodo putrinus</u> ,<br><u>Cercobodo</u><br><u>longicauda</u>                                           | <u>Paramecium</u><br><u>caudatum</u> ,<br><u>Oxytricha</u><br><u>fallax</u> ,<br><u>Chilodonella</u><br><u>cucullata</u>                                        | Bewegliche Stäbchen                                                                                 | Hefe,<br><u>Rotifer</u><br><u>vulgaris</u> |
| 105 | 7.0 | -                | 8.74mg/l          | <u>Bodo putrinus</u> ,<br><u>Cercobodo</u><br><u>longicauda</u>                                           | <u>Paramecium</u><br><u>caudatum</u> ,<br><u>Oxytricha</u><br><u>fallax</u> ,<br><u>Chilodonella</u><br><u>cucullata</u>                                        | Bewegliche Stäbchen                                                                                 | Hefe,<br><u>Rotifer</u><br><u>vulgaris</u> |



Tabelle 44: Bakterienzellwerte der Bakterien pro 1/cm der bei Temperaturen von 37°C verschlossene reifen Proben.

| Tag | Streptokokken | Micrococcus albus | Paramaecium caudatum | Hefe (Trichosporon) | Bacterium coli | Laktose aktive, gramnegative Stäbchen | Bei 37°C nicht aktive, gramnegative Stäbchen |
|-----|---------------|-------------------|----------------------|---------------------|----------------|---------------------------------------|----------------------------------------------|
| 0.  | 20 000        | 3 200             | 10 000               | -                   | 200 700        | 61 500                                | 75 000                                       |
| 3.  | 2 000         | 1 600             | 5 000                | -                   | 64 200         | 61 700                                | 262 800                                      |
| 7.  | 200           | 200               | 2 600                | -                   | 28 900         | 28 700                                | 213 700                                      |
| 10. | 200           | -                 | 1 000                | -                   | 13 300         | 15 200                                | 122 600                                      |
| 21. | -             | -                 | -                    | -                   | 4 400          | 4 100                                 | 59 200                                       |
| 35. | -             | -                 | -                    | -                   | 1 000          | 1 200                                 | 28 900                                       |
| 49. | -             | -                 | -                    | -                   | -              | -                                     | 13 200                                       |

Tabelle 45: Nativpräparat der bei Temperaturen von 37°C verschlossene aufbewahrten Probe.

| Tag | pH  | H <sub>2</sub> S | KNO <sub>3</sub> | Flagellaten                                                | Ziliaten                                | Bakterien                                                                                              | Sonst. |
|-----|-----|------------------|------------------|------------------------------------------------------------|-----------------------------------------|--------------------------------------------------------------------------------------------------------|--------|
| 0.  | 7,0 | +                | 172mg/l          | Bodo putrinus, Oicomonas nigrifolia, Ceratomyxa longissima | Colpidium colpoda, Paramaecium caudatum | Mikrokokken, Streptokokken, bewegliche Stäbchen, Spirillum undulans, Beggiatoa alba, Zoogloea ramigera | Hefe   |
| 3.  | 7,5 | -                | -                | Bodo putrinus                                              | -                                       | Mikrokokken, Streptokokken, bewegliche Stäbchen, Spirillum undulans                                    | -      |
| 7.  | 7,5 | -                | -                | -                                                          | -                                       | Mikrokokken, Streptokokken, bewegliche Stäbchen, Spirillum undulans                                    | -      |
| 10. | 7,5 | -                | -                | -                                                          | -                                       | Streptokokken, bewegliche Stäbchen                                                                     | -      |
| 21. | 7,5 | -                | -                | -                                                          | -                                       | Bewegliche Stäbchen                                                                                    | -      |
| 35. | 7,0 | -                | -                | -                                                          | -                                       | Bewegliche Stäbchen                                                                                    | -      |
| 49. | 7,0 | -                | -                | -                                                          | -                                       | Bewegliche Stäbchen                                                                                    | -      |

## Städtisches Abwasser III

Tabelle 66: Durchschnittswerte der Keimzahlen pro 1/ccm der bei Temperaturen von 18 - 20°C verschlossen aufbewahrten Probe.

| Tag | Streptokokken | Micrococcus albus | Sporenbildner: Bac. mesentericus + Bac. subtilis | Bacterium coli | Laktose inaktive, gramnegative Stäbchen | Auf Gasner-nährböden nichtwachsende gramnegative Stäbchen |
|-----|---------------|-------------------|--------------------------------------------------|----------------|-----------------------------------------|-----------------------------------------------------------|
| 0.  | 441 300       | 9 700             | 2 100                                            | 160 000        | 99 600                                  | 159 200                                                   |
| 3.  | 124 000       | 4 400             | 1 800                                            | 139 000        | 104 500                                 | 298 300                                                   |
| 7.  | 18 000        | 1 000             | 1 200                                            | 93 500         | 69 500                                  | 217 700                                                   |
| 10. | 2 000         | -                 | 1 000                                            | 83 700         | 65 100                                  | 100 100                                                   |
| 21. | 200           | -                 | 200                                              | 19 100         | 42 500                                  | 57 800                                                    |
| 35. | -             | -                 | -                                                | 8 100          | 18 900                                  | 29 300                                                    |
| 49. | -             | -                 | -                                                | 1 800          | 11 100                                  | 25 100                                                    |
| 63. | -             | -                 | -                                                | 200            | 4 900                                   | 12 100                                                    |
| 77. | -             | -                 | -                                                | -              | 800                                     | 1 800                                                     |

Tabelle 67: Nativpräparate der bei Temperaturen von 18 - 20°C verschlossen aufbewahrten Probe.

| Tag | pH  | H <sub>2</sub> S | KMnO <sub>4</sub> | Flagellaten                                                                             | Ziliaten                                                                                    | Bakterien                                                                                                | Sonstiges |
|-----|-----|------------------|-------------------|-----------------------------------------------------------------------------------------|---------------------------------------------------------------------------------------------|----------------------------------------------------------------------------------------------------------|-----------|
| 0.  | 7,5 | +                | 147mg/l           | <u>Bodo putrinus</u> ,<br><u>Oicomonas mutabilis</u> ,<br><u>Trigonomonas compressa</u> | <u>Colpidium colpoda</u> ,<br><u>Paramaecium caudatum</u> ,<br><u>Vorticella microstoma</u> | Mikrokokken, Streptokokken, bewegliche Stäbchen, Spirillum undulans, Beggiatoa alba, Sphaerotilus natans |           |
| 3.  | 7,8 | +                |                   | <u>Bodo putrinus</u> ,<br><u>Oicomonas mutabilis</u> ,<br><u>Trigonomonas compressa</u> | <u>Colpidium colpoda</u> ,<br><u>Paramaecium caudatum</u> ,<br><u>Vorticella microstoma</u> | Mikrokokken, Streptokokken, bewegliche Stäbchen, Spirillum undulans, Beggiatoa alba, Sphaerotilus natans |           |
| 7.  | 7,8 | +                |                   | <u>Bodo putrinus</u> ,<br><u>Oicomonas mutabilis</u> ,<br><u>Trigonomonas compressa</u> | <u>Colpidium colpoda</u> ,<br><u>Paramaecium caudatum</u> ,<br><u>Vorticella microstoma</u> | Mikrokokken, Streptokokken, bewegliche Stäbchen, Spirillum undulans                                      |           |
| 10. | 7,8 | +                |                   | <u>Bodo putrinus</u> ,<br><u>Oicomonas mutabilis</u> ,<br><u>Trigonomonas compressa</u> | <u>Colpidium colpoda</u> ,<br><u>Paramaecium caudatum</u> ,<br><u>Vorticella microstoma</u> | Streptokokken, bewegliche Stäbchen, Spirillum undulans                                                   |           |



## Zusammenfassung der Ergebnisse

| Tag | Temperatur | Keimzahl    | Fischwasser                                                                                                   | Zusatz                                                                                                                                                                             | Beobachtung                                                                     | Sonstige                          |
|-----|------------|-------------|---------------------------------------------------------------------------------------------------------------|------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|---------------------------------------------------------------------------------|-----------------------------------|
| 21. | 7,5        | -           | <u>Bodo putridus</u> ,<br><u>Trichomonas</u><br><u>nitellalis</u> ,<br><u>Trichomonas</u><br><u>compressa</u> | <u>Colpidium colpoda</u> ,<br><u>Paramecium cauda-</u><br><u>tum</u> , <u>Uronema mari-</u><br><u>num</u> , <u>Lionotus fas-</u><br><u>ciola</u>                                   | Streptokokken,<br>bewegliche Stäb-<br>chen, <u>Spirillum</u><br><u>volutans</u> |                                   |
| 35. | 7,2        | -           | <u>Bodo putridus</u> ,<br><u>Trichomonas</u><br><u>nitellalis</u> ,<br><u>Trichomonas</u><br><u>compressa</u> | <u>Colpidium colpoda</u> ,<br><u>Paramecium cauda-</u><br><u>tum</u> , <u>Uronema mari-</u><br><u>num</u> , <u>Lionotus fas-</u><br><u>ciola</u>                                   | Bewegliche Stäb-<br>chen                                                        | <u>Rotifer</u><br><u>vulgaris</u> |
| 49. | 7,0        | -           | <u>Bodo putridus</u> ,<br><u>Trichomonas</u><br><u>compressa</u>                                              | <u>Colpidium colpoda</u> ,<br><u>Paramecium cauda-</u><br><u>tum</u> , <u>Uronema mari-</u><br><u>num</u> , <u>Lionotus fas-</u><br><u>ciola</u> , <u>Pyxidium</u><br><u>spec.</u> | Bewegliche Stäb-<br>chen                                                        | <u>Rotifer</u><br><u>vulgaris</u> |
| 63. | 7,0        | -           | <u>Bodo putridus</u> ,<br><u>Trichomonas</u><br><u>compressa</u>                                              | <u>Colpidium colpoda</u> ,<br><u>Paramecium cauda-</u><br><u>tum</u> , <u>Uronema mari-</u><br><u>num</u> , <u>Lionotus fas-</u><br><u>ciola</u> , <u>Pyxidium</u><br><u>spec.</u> | Bewegliche Stäb-<br>chen                                                        | <u>Rotifer</u><br><u>vulgaris</u> |
| 77. | 7,0        | - 3,6 Jug/l | <u>Bodo putridus</u> ,<br><u>Trichomonas</u><br><u>compressa</u>                                              | <u>Colpidium colpoda</u> ,<br><u>Paramecium cauda-</u><br><u>tum</u> , <u>Uronema mari-</u><br><u>num</u> , <u>Lionotus fas-</u><br><u>ciola</u> , <u>Pyxidium</u><br><u>spec.</u> | Bewegliche Stäb-<br>chen                                                        | <u>Rotifer</u><br><u>vulgaris</u> |

Tabelle 68: Durchschnittswerte der Keimzahlen pro 1/ccm der bei Temperaturen von 18 - 20°C offen aufbewahrten Probe.

| Tag | Streptokokken | Micrococcus albus | Sporenbildner: Bac. mesentericus + Bac. subtilis | Bacterium coli | Laktose inaktive, gramnegative Stäbchen | Auf Gärnährboden nichtwachsende gramnegative Stäbchen |
|-----|---------------|-------------------|--------------------------------------------------|----------------|-----------------------------------------|-------------------------------------------------------|
| 0   | 44 300        | 9 700             | 2 100                                            | 160 000        | 99 600                                  | 159 200                                               |
| 3.  | 97 000        | 4 200             | 2 200                                            | 134 900        | 103 900                                 | 280 300                                               |
| 7.  | 15 800        | 400               | 2 000                                            | 100 300        | 63 500                                  | 202 100                                               |
| 10. | 2 800         | -                 | 1 400                                            | 57 300         | 50 600                                  | 86 100                                                |
| 21. | 600           | -                 | -                                                | 12 400         | 37 900                                  | 26 700                                                |
| 35. | -             | -                 | -                                                | 2 500          | 18 500                                  | 22 800                                                |
| 49. | -             | -                 | -                                                | 200            | 3 900                                   | 19 800                                                |
| 63. | -             | -                 | -                                                | -              | 1 600                                   | 12 600                                                |
| 77. | -             | -                 | -                                                | -              | 400                                     | 1 400                                                 |

Tabelle 69: Nativpräparate der bei Temperaturen von 18 - 20°C offen aufbewahrten Probe

| Tag | pH  | H <sub>2</sub> S | KMnO <sub>4</sub> | Flagellaten                                                                             | Ziliaten                                                                                                           | Bakterien                                                                                                                       | Sonstiges               |
|-----|-----|------------------|-------------------|-----------------------------------------------------------------------------------------|--------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|---------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|-------------------------|
| 0.  | 7,5 | +                | 147mg/l           | <u>Bodo putrinus</u> ,<br><u>Oicomonas mutabilis</u> ,<br><u>Trigonomonas compressa</u> | <u>Colpidium colpoda</u> ,<br><u>Paramecium caudatum</u> ,<br><u>Vorticella microstoma</u>                         | Mikrokokken, Streptokokken, bewegliche Stäbchen, <u>Spirillum undulans</u> , <u>Beggiatoa alba</u> , <u>Sphaerotilus natans</u> |                         |
| 3.  | 7,8 | +                |                   | <u>Bodo putrinus</u> ,<br><u>Oicomonas mutabilis</u> ,<br><u>Trigonomonas compressa</u> | <u>Colpidium colpoda</u> ,<br><u>Paramecium caudatum</u> ,<br><u>Vorticella microstoma</u>                         | Mikrokokken, Streptokokken, bewegliche Stäbchen, <u>Spirillum undulans</u> , <u>Beggiatoa alba</u>                              |                         |
| 7.  | 7,8 | +                |                   | <u>Bodo putrinus</u> ,<br><u>Oicomonas mutabilis</u> ,<br><u>Trigonomonas compressa</u> | <u>Colpidium colpoda</u> ,<br><u>Paramecium caudatum</u> ,<br><u>Vorticella microstoma</u>                         | Mikrokokken, Streptokokken, bewegliche Stäbchen, <u>Spirillum undulans</u>                                                      |                         |
| 10. | 7,8 | +                |                   | <u>Bodo putrinus</u> ,<br><u>Oicomonas mutabilis</u> ,<br><u>Trigonomonas compressa</u> | <u>Colpidium colpoda</u> ,<br><u>Paramecium caudatum</u> ,<br><u>Vorticella microstoma</u>                         | Streptokokken, bewegliche Stäbchen, <u>Spirillum undulans</u>                                                                   |                         |
| 21. | 7,5 | -                |                   | <u>Bodo putrinus</u> ,<br><u>Oicomonas mutabilis</u> ,<br><u>Trigonomonas compressa</u> | <u>Colpidium colpoda</u> ,<br><u>Paramecium caudatum</u> ,<br><u>Uronema marinum</u> ,<br><u>Lionotus fasciola</u> | Streptokokken, bewegliche Stäbchen                                                                                              |                         |
| 35. | 7,0 | -                |                   | <u>Bodo putrinus</u> ,<br><u>Oicomonas mutabilis</u> ,<br><u>Trigonomonas compressa</u> | <u>Colpidium colpoda</u> ,<br><u>Paramecium caudatum</u> ,<br><u>Uronema marinum</u> ,<br><u>Lionotus fasciola</u> | Bewegliche Stäbchen                                                                                                             | <u>Rotifer vulgaris</u> |
| 49. | 7,0 | -                |                   | <u>Bodo putrinus</u> ,<br><u>Trigonomonas compressa</u>                                 | <u>Colpidium colpoda</u> ,<br><u>Paramecium caudatum</u> ,<br><u>Uronema marinum</u> ,<br><u>Lionotus fasciola</u> | Bewegliche Stäbchen                                                                                                             | <u>Rotifer vulgaris</u> |
| 63. | 7,0 | -                |                   | <u>Bodo putrinus</u> ,<br><u>Trigonomonas compressa</u>                                 | <u>Colpidium colpoda</u> ,<br><u>Paramecium caudatum</u> ,<br><u>Uronema marinum</u> ,<br><u>Lionotus fasciola</u> | Bewegliche Stäbchen                                                                                                             | <u>Rotifer vulgaris</u> |
| 77. | 7,0 | -                | 7,58mg/l          | <u>Bodo putrinus</u> ,<br><u>Trigonomonas compressa</u>                                 | <u>Colpidium colpoda</u> ,<br><u>Paramecium caudatum</u> ,<br><u>Uronema marinum</u> ,<br><u>Lionotus fasciola</u> | Bewegliche Stäbchen                                                                                                             | <u>Rotifer vulgaris</u> |



Tabelle 70: Zählresultate pro 1/cem der bei Temperaturen von 37°C verschlossenen aufbewahrten Probe.

| Tag | Streptococcus | Staphylococcus | Gram-negative Stäbchen | Bacterium coli | Laktose inaktive, gramnegative Stäbchen | Auf Gaßner-nährböden nichtwachsende gramnegative Stäbchen |
|-----|---------------|----------------|------------------------|----------------|-----------------------------------------|-----------------------------------------------------------|
| 0.  | 441 500       | 2 700          | 2 100                  | 160 000        | 99 600                                  | 159 200                                                   |
| 3.  | 12 100        | 2 000          | 2 200                  | 84 100         | 100 100                                 | 261 100                                                   |
| 7.  | 1 600         | 200            | 1 600                  | 43 500         | 44 900                                  | 182 100                                                   |
| 10. | 400           | -              | 600                    | 23 900         | 34 300                                  | 39 500                                                    |
| 21. | -             | -              | -                      | 3 900          | 13 400                                  | 23 900                                                    |
| 35. | -             | -              | -                      | 600            | 6 800                                   | 20 500                                                    |
| 49. | -             | -              | -                      | -              | 2 000                                   | 13 500                                                    |

Tabelle 71: Nativpräparate der bei Temperaturen von 37°C verschlossen aufbewahrten Probe.

| Tag | pH  | H <sub>2</sub> S | KMnO <sub>4</sub> | Flagellaten                                                | Ziliaten                                                       | Bakterien                                                                                                | Sonst. |
|-----|-----|------------------|-------------------|------------------------------------------------------------|----------------------------------------------------------------|----------------------------------------------------------------------------------------------------------|--------|
| 0.  | 7,5 | +                | 147mg/l           | Rodo putrilus, Oicomonas nubililis, Trigonomonas compressa | Colpidium colpoda, Paramaecium caudatum, Vorticella microstoma | Mikrokokken, Streptokokken, bewegliche Stäbchen, Spirillum undulans, Beggiatca alba, Sphaerotilus natans |        |
| 3.  | 8,0 | +                |                   |                                                            | Colpidium colpoda                                              | Mikrokokken, Streptokokken, bewegliche Stäbchen, Spirillum undulans                                      |        |
| 7.  | 8,0 | +                |                   |                                                            | Colpidium colpoda                                              | Mikrokokken, Streptokokken, bewegliche Stäbchen, Spirillum undulans                                      |        |
| 10. | 8,0 | -                |                   |                                                            |                                                                | Streptokokken, bewegliche Stäbchen                                                                       |        |
| 21. | 7,5 | -                |                   |                                                            |                                                                | Bewegliche Stäbchen                                                                                      |        |
| 35. | 7,0 | -                |                   |                                                            |                                                                | Bewegliche Stäbchen                                                                                      |        |
| 49. | 7,0 | -                |                   |                                                            |                                                                | Bewegliche Stäbchen                                                                                      |        |



Die 3 Versuchserien zeigen eine grundlegende Übereinstimmung in den bakteriologischen, biologischen und chemischen Untersuchungsergebnissen, so daß von kleineren Differenzen, die sich aus den verschieden starken Konzentrationen des anfallenden Abwässers ergeben, abgesehen werden kann.

Es folgen die Ergebnisse der bakteriologischen Untersuchungen, die in den Tabellen 58, 61, 62, 64, 65, 68 und 70 zusammengestellt wurden.

Die Streptokokken, die nach der Entnahme besonders in den Proben I und II sehr zahlreich vorhanden waren, gingen verhältnismäßig rasch ab, bei  $37^{\circ}\text{C}$  sehr viel mehr als bei Zimmertemperatur. Sie konnten bei  $18 - 20^{\circ}\text{C}$  in den verschlossenen aufbewahrten Gefäßen nach 35 bzw. 49 Tagen, in dem offen aufgestellten Behälter ebenfalls nach 75 Tagen und bei Brutschranktemperatur nach 21 Tagen nicht mehr nachgewiesen werden.

*Micrococcus albus*, der nur in den Proben II und III aufgefunden wurde, verfiel einer noch schnelleren Vernichtung und war überall nach Verlauf von 10 Tagen nicht mehr lebensfähig. Dasselbe war es während der Untersuchung bei  $37^{\circ}\text{C}$  und geringere Zahlen auf als bei Zimmertemperatur und ebenso niedrigere Werte in den bei  $18 - 20^{\circ}\text{C}$  offen verwahrten Kolben im Gegensatz zu denen in verschlossenen belassenen.

Von einer kurz auftretenden Keimzahlsteigerung am 3. Tage von 100 bis höchstens 200 pro 1/cm in den Tabellen 58, 68 und 70 abgesehen, verringerten sich auch die Sporenbildner, die vor allem aus *Bacillus cereus*- und *Bacillus subtilis*-artigen bestanden. Sie waren bei Zimmertemperatur in den verschlossenen aufgehobenen Proben nach 35 bzw. 49 Tagen, bei  $37^{\circ}\text{C}$  und in dem offenen Gefäß nach 21 Tagen nicht mehr anzutreffen.

Das im städtischen Abwasser sehr reichlich vorhandene *Bacterium coli* verlor ganz allmählich an Zahl, bei Brutschranktemperatur früher als bei  $18 - 20^{\circ}\text{C}$ . Bei der höheren Temperatur waren die Kolikolkeime nach 49 Tagen abgestorben, während sie bei Zimmertemperatur in den verschlossenen Kolben erst nach 77 Tagen nicht mehr isoliert werden konnten, bzw. noch am 105. Untersuchungstage in geringer Anzahl lebten. In der bei  $18 - 20^{\circ}\text{C}$  offen aufgestellten Probe waren die Kolibakterien nach 63 Tagen nicht mehr am Leben.

Schon zu Beginn der Untersuchungen wies die Probe I und II im Nativpräparat vereinzelt Hefezellen auf, die jedoch im Ausstrich auf festen Nährböden in der gewöhnlichen Bouillon nicht zur Entwicklung kamen. Am 49. Tage wurde dagegen die Hefe sowohl im Ausstrich auf festen Nährböden als auch in der Bouillon aus den bei Zimmertemperatur verschlossen aufbewahrten Gefäßen (Tabelle 58 und 62) ermittelt, während sie bei  $37^{\circ}\text{C}$  fehlte. Nach 63 Tagen hatte sie noch weiter zugenommen. Danach erfolgte eine allmähliche Abnahme, so daß nach Beendigung des Kulturversuches nach 105 Tagen in der Probe I noch Hefe der Gattung *Rhodotorula* und in der Probe II noch solche der Gattung *Trichosporon* nachgewiesen werden konnte.

Im Gegensatz zu den bisher genannten Bakterien, die von Anfang an abgenommen hatten, wurde bei den Laktose inaktiven, gramnegativen Stäbchen am 3. Tage eine Vermehrung verzeichnet, der eine langsame Verminderung folgte. Eine Ausnahme bildeten die Laktose inaktiven, gramnegativen Stäbchen in den Tabellen 58 und 62. Dort stieg nämlich nach 49 Tagen die Zahl dieser Keime nochmals an und erreichte nach 63 Tagen bzw. 77 Tagen ihren Höhepunkt. Diese erneute Zunahme fiel dabei mit dem vermehrten Auftreten der Hefe zusammen. Im weiteren Verlaufe gingen die Keimzahlen wieder zurück.

Auch hier wurde bei  $37^{\circ}\text{C}$  eine raschere Abnahme der Keime beobachtet als bei Zimmertemperatur. Weiterhin sank die Keimzahl in dem bei  $18 - 20^{\circ}\text{C}$  offen aufbewahrten Kolben früher als in dem verschlossenen aufgestellten. Die bei Brutschranktemperatur aufgehobenen Proben enthielten nach 49 Tagen nur in einem Falle noch Laktose inaktive, gramnegative Stäbchen (Tabelle 70), in den beiden anderen keine mehr, während die bei Zimmertemperatur verschlossen verwahrten Behälter nach 77 bzw. 105 Tagen noch mit diesen Keimen bewachsen waren, wie auch das bei  $18 - 20^{\circ}\text{C}$  offen aufgestellte Gefäß nach 77 Tagen (Tabelle 68).

Die auf Gärernährböden nachwachsenden gramnegativen Stäbchen hatten sich bis zum 3. Versuchstage erheblich vermehrt und waren am 7. Tage noch genau so



zahlreich vorhanden. Danach wurde ein allmählicher Rückgang der Keimzahlen beobachtet. Eine Ausnahme stellten wieder die Bakterien in den Tabellen 58 und 61 dar, bei denen sich nach erfolgter Verringerung mit dem verstärkten Auftreten der Hefe eine erneute Zunahme und nach 63 Tagen der Höchstwert zeigte. Von da ab sanken die Werte wieder langsam.

Die Keimabnahme ging bei  $37^{\circ}\text{C}$  früher und in stärkerem Maße vor sich als bei Zimmertemperatur und in der offen aufgestellten Probe bei  $18 - 20^{\circ}\text{C}$  früher als in der verschlossen belassenen.

Am Ende der Versuche fanden sich bei Brutschranktemperatur nach 49 Tagen, bei Zimmertemperatur in den verschlossenen Gefäßen nach 77 bzw. 105 Tagen und in den offenen Kolben nach 77 Tagen noch auf Gärernährböden nichtwachsende gram negative Stäbchen.

Aus den biologischen und chemischen Untersuchungen in den Tabellen 59, 61, 63, 65, 67, 69 und 71 lassen sich folgende Ergebnisse ablesen: die Flagellaten *Bodo putrinus*, *Oicomonas mutabilis*, *Cercobodo longicauda* und *Trichomonas compressus* wuchsen in den bei Zimmertemperatur verwahrten Kulturen am 3. und 7. Tage ein Maximum auf, das später nur von *Bodo putrinus* beibehalten wurde. *Oicomonas mutabilis* ging nach 49 Tagen auf Null zurück. In der Probe I (Tabelle 59) trat am 35. Tage Autophytie vegetative auf und wurde am 91. Tage von *Synura uvella* abgelöst. Bei der Temperatur von  $37^{\circ}\text{C}$  wurde am 3. Tage nur noch *Bodo putrinus* in der Probe I und II (Tabelle 61 und 65) ermittelt.

Nach den Flagellaten bildeten die Ziliaten bei  $18 - 20^{\circ}\text{C}$  Höchstwerte. Von diesen waren zu Beginn der Versuche *Colpidium colpoda*, *Paramecium caudatum* und in der Probe III auch *Vorticella microstoma* vorhanden. Während *Vorticella microstoma* nach Verlauf von 21 Tagen nicht mehr aufgefunden werden konnte, war *Colpidium colpoda* vom 7. bis 21. Tage sehr stark vertreten und *Paramecium caudatum* vom 10. bis zum 77. Tage. Danach verringerten sich die Zahlen dieser Wimpertiere. In der Probe II (Tabelle 63) war *Colpidium colpoda* nach 49 Tagen sogar ganz verschwunden. Neben Colpidien und Paramecien erschienen nach 21 bis 35 Untersuchungstagen *Uronema maritimum*, *Lionotus fasciola*, *Oxytricha fallax* und *Chilodonella cucullata* in größerer Zahl, die jedoch auch später wieder abnahmen. *Uronema maritimum* nach 77 Tagen, *Lionotus fasciola* nach 63 bis 77 Tagen und *Oxytricha fallax* sowie *Chilodonella cucullata* nach 49 Tagen.

In den bei Zimmertemperatur verschlossen aufbewahrten Gefäßen der Abwasserprobe (Tabelle 67) wurde am 49. bis 77. Tage ein weiteres Wimpertierchen - *Pyxidium spec.* - sichtbar, das aber zahlenmäßig keinen Höhepunkt erreichte.

Bei Brutschranktemperatur konnte von den Ziliaten nur *Colpidium colpoda* in den Proben I und III (Tabelle 61 und 71) am 3. und 7. Versuchstage in einzelnen Exemplaren nachgewiesen werden.

Außer den Protozoen tauchte am 35. Tage in allen bei Zimmertemperatur belassenen Gefäßen das Rädertierchen *Reiffer vulgaris* in großer Anzahl auf und blieb bis zum Ende der Untersuchungen unvermindert.

Von den in den Tabellen aufgeführten Bakterien wurden die Mikrokokken und Streptokokken schon bei den Keimzahlsergebnissen erwähnt.

Die im Nativpräparat beobachteten beweglichen Stäbchen waren in allen Kulturen bis zum Versuchsende bei Zimmertemperatur am 77. bzw. 105. Tage, bei  $37^{\circ}\text{C}$  am 49. Tage zu sehen.

*Spirillum undulans* wurde in den bei Zimmertemperatur verschlossen aufbewahrten Gefäßen zuletzt am 21. Tage beobachtet, in dem offen aufgestellten (Tabelle 69) am 10. Tage und bei  $37^{\circ}\text{C}$  am 7. Tage.

*Beggiatoa alba*, die weiße Schwefelbakterie, wurde bei  $18 - 20^{\circ}\text{C}$  nur noch am 3. Tage ermittelt. Bei Brutschranktemperatur konnte sie gar nicht mehr aufgefunden werden, ebenso wie *Zoogloea ramigera*, die ausschließlich in den Proben I und II enthalten war und bei Zimmertemperatur zum letzten Mal nach 77 Versuchstagen festgestellt wurde.

Auch *Sphaerotilus natans* (Probe III) war bei  $37^{\circ}\text{C}$  schon nach 3 Tagen verschwunden, während er sich bei Zimmertemperatur in dem verschlossen verwahrten Kolben am 3. Tage noch finden ließ.

Aus den chemischen Untersuchungen geht hervor, daß der Kaliumgehalt des  
Brauch bis zum Ende der Versuche abnahm.  
Schwefelwasserstoff wurde bei Zimmertemperatur nach 21 bzw. 35 Tagen nicht  
mehr nachgewiesen, bei Brutschranktemperatur nach 10 Tagen nicht mehr.  
Die pH - Werte stiegen in das leicht alkalische Gebiet an und wurden allmäh-  
lich wieder bis auf den Neutralpunkt, bei 37 °C früher als bei Zimmertempe-  
ratur und in dem offen aufbewahrten Gefäß bei 18 - 20 °C früher als in dem ver-  
schlossenen belassenen.

### 7. Untersuchungen von Jauche.

Neben den Untersuchungen von städtischen Abwasser wurden gleiche an Jauche  
durchgeführt, die ebenfalls reichlich organische Substanz enthält. Die drei  
entnommenen Proben wurden über 35 bis 63 Tage untersucht. In den Tabellen 72  
bis 85 wurden die Ergebnisse dieser Versuche zusammengefaßt.



## Tabelle 1

Tabelle 72: Durchschneidungswerte der Keimzahlen pro 1/cm der bei Temperaturen von 18 - 20°C verschlossen aufbewahrten Probe.

| Tag | Streptokokken | Microcococcus albus | Kathinococcus rosei | Sporenbildner: Bac. mesentericus + Bac. subtilis | Bacterium coli | Laktose inaktive, gramnegative Stäbchen | Auf Gasner-nährböden nichtwachsende, gramnegative Stäbchen |
|-----|---------------|---------------------|---------------------|--------------------------------------------------|----------------|-----------------------------------------|------------------------------------------------------------|
| 0.  | 200 000       | 50 700              | 236 700             | 97 000                                           | 3 600          | 18 800                                  | 22 600                                                     |
| 3.  | 20 000        | 24 000              | 23 000              | 91 000                                           | 2 100          | 50 700                                  | 963 400                                                    |
| 7.  | 20 000        | 1 800               | 1 800               | 88 000                                           | 800            | 11 700                                  | 383 000                                                    |
| 10. | 20 000        | -                   | -                   | 72 000                                           | -              | 1 600                                   | 145 800                                                    |
| 21. | 20 000        | -                   | -                   | 58 000                                           | -              | -                                       | 37 700                                                     |
| 35. | 2 000         | -                   | -                   | 43 000                                           | -              | -                                       | 6 100                                                      |
| 49. | 200           | -                   | -                   | 39 000                                           | -              | -                                       | 1 400                                                      |

Tabelle 73: Kativpräparate der bei Temperaturen von 18 - 20°C verschlossen aufbewahrten Probe.

| Tag | pH  | H <sub>2</sub> S | KMnO <sub>4</sub> | Flagellaten         | Zitaten                                 | Bakterien                                                       |
|-----|-----|------------------|-------------------|---------------------|-----------------------------------------|-----------------------------------------------------------------|
| 0.  | 8,5 | +                | 2842mg/l          | Oicomonas mutabilis | Glaucoma scintillans                    | Mikrokokken, Streptokokken, bewegliche Stäbchen, Spirillum suis |
| 3.  | 9,0 | +                |                   | Oicomonas mutabilis | Glaucoma scintillans                    | Mikrokokken, Streptokokken, bewegliche Stäbchen, Spirillum suis |
| 7.  | 9,2 | +                |                   | Oicomonas mutabilis | Glaucoma scintillans, Colpidium colpoda | Mikrokokken, Streptokokken, bewegliche Stäbchen, Spirillum suis |
| 10. | 9,5 | +                |                   | Oicomonas mutabilis | Glaucoma scintillans, Colpidium colpoda | Streptokokken, bewegliche Stäbchen, Spirillum suis              |
| 21. | 9,5 | +                |                   | Oicomonas mutabilis | Glaucoma scintillans, Colpidium colpoda | Streptokokken, bewegliche Stäbchen, Spirillum suis              |
| 35. | 9,5 | +                |                   | Oicomonas mutabilis | Glaucoma scintillans, Colpidium colpoda | Streptokokken, bewegliche Stäbchen, Spirillum suis              |
| 49. | 9,5 | +                | 332mg/l           | Oicomonas mutabilis | Glaucoma scintillans, Colpidium colpoda | Streptokokken, bewegliche Stäbchen, Spirillum suis              |

Tabelle 74: Durchschnittswerte der Keimzahlen pro 1/ccn der bei Temperaturen von 37°C verschlossen aufbewahrten Probe.

| Tag | Streptokokken | Micrococcus albus | Methanococcus mazei | Sporenbildner: Bac. mesentericus + Bac. subtilis | Bacterium coli | Laktose inaktive, gramnegative Stäbchen | Auf Gasner-nährböden nachwachsende, gramnegative Stäbchen |
|-----|---------------|-------------------|---------------------|--------------------------------------------------|----------------|-----------------------------------------|-----------------------------------------------------------|
| 0.  | 200 000       | 50 700            | 235 700             | 97 000                                           | 3 600          | 18 800                                  | 12 600                                                    |
| 3.  | 200           | 1 800             | 800                 | 74 000                                           | 2 100          | 25 600                                  | 10 112 300                                                |
| 7.  | -             | -                 | -                   | 62 000                                           | -              | 200                                     | 2 386 300                                                 |
| 10. | -             | -                 | -                   | 60 000                                           | -              | -                                       | 662 700                                                   |
| 21. | -             | -                 | -                   | 40 000                                           | -              | -                                       | 23 900                                                    |
| 35. | -             | -                 | -                   | 39 000                                           | -              | -                                       | 8 100                                                     |
| 49. | -             | -                 | -                   | 22 000                                           | -              | -                                       | 800                                                       |

Tabelle 75: Nativpräparate der bei Temperaturen von 37°C verschlossen aufbewahrten Probe.

| Tag | pH  | H <sub>2</sub> S | KMnO <sub>4</sub> | Flagellaten         | Ziliaten               | Bakterien                                                       |
|-----|-----|------------------|-------------------|---------------------|------------------------|-----------------------------------------------------------------|
| 0.  | 8,5 | +                | 2842mg/l          | Oicomonas mutabilis | Glaucocoma scintillans | Streptokokken, Mikrokokken, bewegliche Stäbchen, Spirillum suis |
| 3.  | 9,5 | -                |                   | Oicomonas mutabilis |                        | Mikrokokken, Streptokokken, bewegliche Stäbchen                 |
| 7.  | 9,5 | +                |                   |                     |                        | Bewegliche Stäbchen                                             |
| 10. | 10  | +                |                   |                     |                        | Bewegliche Stäbchen                                             |
| 21. | 10  | +                |                   |                     |                        | Bewegliche Stäbchen                                             |
| 35. | 10  | +                |                   |                     |                        | Bewegliche Stäbchen                                             |
| 49. | 10  | -                | 120mg/l           |                     |                        | Bewegliche Stäbchen                                             |



Tabelle 76: Zählzahlen pro 1/ccm der bei Temperaturen von 15 - 20°C verschlossenen aufbewahrten Probe.

| Tag | Zählzahlen pro 1/ccm | Zählzahlen pro 1/ccm | Zählzahlen pro 1/ccm | Zählzahlen pro 1/ccm | Bacterium coli | Laktose inaktive, gramnegative Stäbchen | Auf Gaßner-Nährboden nicht-fermentierende Stäbchen |
|-----|----------------------|----------------------|----------------------|----------------------|----------------|-----------------------------------------|----------------------------------------------------|
| 0.  | 20 000               | 12 000               | 118 000              | 465 300              | 2 100          | 17 300                                  | 2 100                                              |
| 3.  | 7 000                | 6 700                | 14 000               | 164 400              | 200            | 40 000                                  | 74 200                                             |
| 7.  | 200                  | 200                  | 200                  | 124 700              | -              | 3 300                                   | 165 900                                            |
| 10. | -                    | -                    | -                    | 102 500              | -              | 800                                     | 125 200                                            |
| 21. | -                    | -                    | -                    | 102 100              | -              | -                                       | 12 500                                             |
| 35. | -                    | -                    | -                    | 101 700              | -              | -                                       | 5 600                                              |
| 49. | -                    | -                    | -                    | 88 400               | -              | -                                       | 1 800                                              |

Tabelle 77: Nativpräparate der bei Temperaturen von 15 - 20°C verschlossenen aufbewahrten Probe.

| Tag | pH  | H <sub>2</sub> S | KMnO <sub>4</sub> | Flagellaten          | Siliaten                                 | Bakterien                                                       |
|-----|-----|------------------|-------------------|----------------------|------------------------------------------|-----------------------------------------------------------------|
| 0.  | 8,0 | +                | 4128mg/l          | Cercobodo longicauda | Glaucocoma pyriformis                    | Mikrokokken, Streptokokken, bewegliche Stäbchen, Spirillum suis |
| 3.  | 8,5 | +                | -                 | Cercobodo longicauda | Glaucocoma pyriformis                    | Mikrokokken, Streptokokken, bewegliche Stäbchen, Spirillum suis |
| 7.  | 8,5 | +                | -                 | Cercobodo longicauda | Glaucocoma pyriformis, Colpidium colpoda | Mikrokokken, Streptokokken, bewegliche Stäbchen, Spirillum suis |
| 10. | 8,5 | +                | -                 | Cercobodo longicauda | Glaucocoma pyriformis, Colpidium colpoda | Bewegliche Stäbchen, Spirillum suis                             |
| 21. | 9,0 | +                | -                 | Cercobodo longicauda | Glaucocoma pyriformis, Colpidium colpoda | Bewegliche Stäbchen, Spirillum suis                             |
| 35. | 9,5 | +                | -                 | Cercobodo longicauda | Glaucocoma pyriformis, Colpidium colpoda | Bewegliche Stäbchen, Spirillum suis                             |
| 49. | 9,5 | +                | 171 mg/l          | Cercobodo longicauda | Glaucocoma pyriformis, Colpidium colpoda | Bewegliche Stäbchen, Spirillum suis                             |

Tabelle 78: Durchschnittswerte der Teilzahlen pro 1/ccm der bei Temperaturen von 37°C verschlossen aufbewahrten Probe.

| Tag | Streptokokken | Micrococcus albus | Staphylococcus aureus | Sporenbildner Bacillus cereus + Bacillus subtilis | Bacterium coli | Laktose inaktive, gramnegative Stäbchen | Auf Gärernährböden nicht fäuchende, gramnegative Stäbchen |
|-----|---------------|-------------------|-----------------------|---------------------------------------------------|----------------|-----------------------------------------|-----------------------------------------------------------|
| 0.  | 20 000        | 22 000            | 818 700               | 465 500                                           | 2 100          | 17 800                                  | 5 100                                                     |
| 3.  | 200           | 1 200             | 1 400                 | 121 500                                           | -              | 22 200                                  | 184 700                                                   |
| 7.  | -             | -                 | -                     | 105 400                                           | -              | 400                                     | 135 000                                                   |
| 10. | -             | -                 | -                     | 95 100                                            | -              | -                                       | 132 400                                                   |
| 21. | -             | -                 | -                     | 59 700                                            | -              | -                                       | 5 800                                                     |
| 35. | -             | -                 | -                     | 45 000                                            | -              | -                                       | 1 800                                                     |
| 49. | -             | -                 | -                     | 25 100                                            | -              | -                                       | 400                                                       |

Tabelle 79: Nativpräparate der bei Temperaturen von 37°C verschlossen aufbewahrten Probe.

| Tag | pH  | H <sub>2</sub> S | KMnO <sub>4</sub> | Flagellaten          | Ziliaten                | Bakterien                                                       |
|-----|-----|------------------|-------------------|----------------------|-------------------------|-----------------------------------------------------------------|
| 0.  | 8,0 | +                | 4128mg/l          | Cercobodo longicauda | Glaucocystis pyriformis | Mikrokokken, Streptokokken, bewegliche Stäbchen, Spirillum suis |
| 3.  | 9,0 | +                |                   |                      |                         | Mikrokokken, Streptokokken, bewegliche Stäbchen                 |
| 7.  | 9,5 | +                |                   |                      |                         | Bewegliche Stäbchen                                             |
| 10. | 9,5 | +                |                   |                      |                         | Bewegliche Stäbchen                                             |
| 21. | 9,5 | +                |                   |                      |                         | Bewegliche Stäbchen                                             |
| 35. | 10  | +                |                   |                      |                         | Bewegliche Stäbchen                                             |
| 49. | 10  | -                | 164mg/l           |                      |                         | Bewegliche Stäbchen                                             |



Jauche III

Tabelle 80: Durchschnittswerte der Keimzahlen pro 1/cm der bei Temperaturen von 18 - 21°C verschlossen aufbewahrten Probe.

| Tag | Streptokokken | Micrococcus albus | Micrococcus roseus | Sporobildner: Bacillus cereus + Bac. subtilis | Bacterium coli | Laktose inaktive, gram-negative Stäbchen | Intermedius Gruppe | Auf Gasner-nährböden nichtwachsende, gram-negative Stäbchen | Bacterium faecali, alkalisch |
|-----|---------------|-------------------|--------------------|-----------------------------------------------|----------------|------------------------------------------|--------------------|-------------------------------------------------------------|------------------------------|
| 0.  | 20 000        | 21 000            | 443 300            | 42 000                                        | 3 900          | 21 500                                   | 6 300              | 364 300                                                     | -                            |
| 3.  | 20 000        | 13 800            | 450 000            | 39 000                                        | 2 200          | 490 000                                  | 6 000              | 2 681 800                                                   | 768 0                        |
| 7.  | 20 000        | 6 000             | 410 000            | 36 000                                        | 400            | 625 000                                  | 6 000              | 3 861 600                                                   | 1 204 0                      |
| 10. | 20 000        | 400               | 240 000            | 32 000                                        | -              | 584 000                                  | 6 000              | 3 663 300                                                   | 1 036 0                      |
| 21. | 20 000        | -                 | 40 000             | 28 000                                        | -              | 462 000                                  | 4 000              | 2 580 700                                                   | 993 30                       |
| 35. | 2 000         | -                 | 14 000             | 23 000                                        | -              | 292 000                                  | 1 000              | 2 307 000                                                   | 589 30                       |
| 49. | 200           | -                 | 400                | 21 000                                        | -              | 122 900                                  | 400                | 2 217 100                                                   | 38 10                        |
| 63. | -             | -                 | -                  | 18 000                                        | -              | 11 800                                   | -                  | 776 200                                                     | 8 20                         |

Tabelle 81: Nativpräparate der bei Temperaturen von 18 - 20°C verschlossen aufbewahrten Probe.

| Tag | pH  | H <sub>2</sub> S | KMnO <sub>4</sub> | Flagellaten     | Ziliaten                                                     | Bakterien                                                       |
|-----|-----|------------------|-------------------|-----------------|--------------------------------------------------------------|-----------------------------------------------------------------|
| 0.  | 8,0 | +                | 3476mg/l          | Polytoma uvella | Glaucocystis pyriformis                                      | Mikrokokken, Streptokokken, bewegliche Stäbchen, Spirillum suis |
| 3.  | 8,2 | +                |                   | Polytoma uvella | Glaucocystis pyriformis                                      | Mikrokokken, Streptokokken, bewegliche Stäbchen, Spirillum suis |
| 7.  | 8,2 | +                |                   | Polytoma uvella | Glaucocystis pyriformis, Colpidium colpoda                   | Mikrokokken, Streptokokken, bewegliche Stäbchen, Spirillum suis |
| 10. | 8,5 | +                |                   | Polytoma uvella | Glaucocystis pyriformis, Colpidium colpoda                   | Mikrokokken, Streptokokken, bewegliche Stäbchen, Spirillum suis |
| 21. | 8,5 | +                |                   | Polytoma uvella | Glaucocystis pyriformis, Colpidium colpoda, Colpoda cucullus | Mikrokokken, Streptokokken, bewegliche Stäbchen, Spirillum suis |
| 35. | 9,0 | +                |                   | Polytoma uvella | Glaucocystis pyriformis, Colpidium colpoda, Colpoda cucullus | Mikrokokken, Streptokokken, bewegliche Stäbchen, Spirillum suis |
| 49. | 9,0 | +                |                   | Polytoma uvella | Glaucocystis pyriformis, Colpidium colpoda, Colpoda cucullus | Mikrokokken, Streptokokken, bewegliche Stäbchen, Spirillum suis |
| 63. | 9,0 | +                | 108mg/l           | Polytoma uvella | Glaucocystis pyriformis, Colpidium colpoda, Colpoda cucullus | Bewegliche Stäbchen, Spirillum suis                             |

Inbottle 62: Zuckermilchprobe der Helminthen, pro 1/1000 bei 18 - 20°C offen aufbewahrt Probe.

| Tag | Stäbchen | Mikrokokken | Streptokokken | Polymorpher | Polymorpher | Polymorpher | Polymorpher | Polymorpher | Polymorpher |
|-----|----------|-------------|---------------|-------------|-------------|-------------|-------------|-------------|-------------|
| 0.  | 20 000   | 21 100      | 141 000       | 42 000      | 1 900       | 21 500      | 5 900       | 154 300     | -           |
| 3.  | 20 000   | 4 300       | 100 000       | 18 000      | 1 200       | 142 300     | 6 100       | 2 997 100   | -           |
| 7.  | 20 000   | 400         | 421 000       | 26 000      | -           | 244 800     | 5 900       | 4 174 300   | -           |
| 10. | 20 000   | -           | 141 000       | 23 000      | -           | 142 500     | 5 200       | 3 813 300   | -           |
| 21. | 20 000   | -           | 23 400        | 22 000      | -           | 76 400      | 4 700       | 2 015 900   | -           |
| 35. | 2 000    | -           | 2 000         | 20 000      | -           | 24 500      | 600         | 1 811 500   | -           |
| 49. | 200      | -           | 400           | 19 000      | -           | 11 000      | -           | 794 300     | -           |
| 63. | -        | -           | -             | 19 000      | -           | 600         | -           | 422 000     | -           |

Tabelle 63: Nativpräparate der bei Temperaturen von 18 - 20°C offen aufbewahrten Probe.

| Tag | pH  | H <sub>2</sub> S | KMnO <sub>4</sub> | Flagellaten     | Ziliaten                                                     | Bakterien                                                       |
|-----|-----|------------------|-------------------|-----------------|--------------------------------------------------------------|-----------------------------------------------------------------|
| 0.  | 8,0 | +                | 3476mg/l          | Polytoma uvella | Glaucocystis pyriformis                                      | Mikrokokken, Streptokokken, bewegliche Stäbchen, Spirillum suis |
| 3.  | 8,2 | +                |                   | Polytoma uvella | Glaucocystis pyriformis                                      | Mikrokokken, Streptokokken, bewegliche Stäbchen, Spirillum suis |
| 7.  | 8,5 | +                |                   | Polytoma uvella | Glaucocystis pyriformis, Colpidium colpoda                   | Mikrokokken, Streptokokken, bewegliche Stäbchen, Spirillum suis |
| 10. | 8,7 | +                |                   | Polytoma uvella | Glaucocystis pyriformis, Colpidium colpoda                   | Mikrokokken, Streptokokken, bewegliche Stäbchen, Spirillum suis |
| 21. | 9,0 | -                |                   | Polytoma uvella | Glaucocystis pyriformis, Colpidium colpoda, Colpoda cucullus | Mikrokokken, Streptokokken, bewegliche Stäbchen                 |
| 35. | 9,5 | -                |                   | Polytoma uvella | Glaucocystis pyriformis, Colpidium colpoda, Colpoda cucullus | Mikrokokken, Streptokokken, bewegliche Stäbchen                 |
| 49. | 8,5 | -                |                   | Polytoma uvella | Colpoda cucullus                                             | Mikrokokken, Streptokokken, bewegliche Stäbchen                 |
| 63. | 8,5 | -                | 163mg/l           | Polytoma uvella | Colpoda cucullus                                             | Bewegliche Stäbchen                                             |



Tabelle 84: Durchschnittswerte der Keimzahlen pro 1/cm<sup>3</sup> der bei Temperaturen von 37°C verschlossenen aufbewahrten Probe.

| Tag | Streptokokken | Micrococcus albus | Methanococcus mazel | Sporenbildner: Bac. pasteurianus, Bac. subtilis | Bacterium coli | Laktose inaktive, gram-negative Stäbchen | Intermedius Gruppe | Auf Gärernährböden nichtwachsende, gram-negative Stäbchen | Bacterium faecale, alkalisch |
|-----|---------------|-------------------|---------------------|-------------------------------------------------|----------------|------------------------------------------|--------------------|-----------------------------------------------------------|------------------------------|
| 0.  | 20 000        | 21 000            | 443 300             | 42 000                                          | 3 900          | 21 500                                   | 6 300              | 364 300                                                   | -                            |
| 3.  | 200           | 1 600             | 10 000              | 40 000                                          | 1 800          | 437 300                                  | 800                | 3 920 100                                                 | 1 196 7                      |
| 7.  | -             | -                 | -                   | 40 000                                          | -              | 180 000                                  | -                  | 2 260 000                                                 | 19 065 0                     |
| 10. | -             | -                 | -                   | 26 000                                          | -              | 80 000                                   | -                  | 2 046 000                                                 | 8 073 3                      |
| 21. | -             | -                 | -                   | 25 000                                          | -              | 40 500                                   | -                  | 1 524 100                                                 | 117 8                        |
| 35. | -             | -                 | -                   | 20 000                                          | -              | 22 600                                   | -                  | 1 358 700                                                 | -                            |

Tabelle 85: Nativpräparate der bei Temperaturen von 37°C verschlossenen aufbewahrten Probe.

| Tag | pH  | H <sub>2</sub> S | KMnO <sub>4</sub> | Flagellaten     | Ziliaten              | Bakterien                                                       |
|-----|-----|------------------|-------------------|-----------------|-----------------------|-----------------------------------------------------------------|
| 0.  | 8,0 | +                | 3476mg/l          | Polytoma uvella | Glaucocoma pyriformis | Mikrokokken, Streptokokken, bewegliche Stäbchen, Spirillum suis |
| 3.  | 8,5 | +                |                   | Polytoma uvella |                       | Mikrokokken, Streptokokken, bewegliche Stäbchen                 |
| 7.  | 8,5 | -                |                   | Polytoma uvella |                       | Bewegliche Stäbchen                                             |
| 10. | 9,0 | -                |                   | Polytoma uvella |                       | Bewegliche Stäbchen                                             |
| 21. | 9,0 | -                |                   | Polytoma uvella |                       | Bewegliche Stäbchen                                             |
| 35. | 9,0 | -                |                   | Polytoma uvella |                       | Bewegliche Stäbchen                                             |

Aus den zusammengestellten Keimzahlen in den Tabellen 72, 74, 76, 78, 80, und 84 läßt sich zunächst eine Abnahme der Streptokokken ablesen. Bei Brutschranktemperatur wurde dieser Vorgang besonders deutlich, denn nach 7 Tagen konnten dort keine Streptokokken mehr angetroffen werden, während ihr Nachweis bei Zimmertemperatur meistens erst nach 63 Tagen nicht mehr gelang, in einem Falle (Probe II Tabelle 76) nach 10 Tagen nicht mehr.

Micrococcus albus, der sich ebenfalls verringerte, trat bei Brutschranktemperatur nach 7 Tagen, bei Zimmertemperatur in den verschlossenen Gefäßen nach 10 bzw. 21 Tagen und in dem offenen Kolben nach 10 Tagen nicht mehr in Erscheinung.

Auch bei Methanococcus mazel war allgemein eine Verminderung der ursprünglichen großen Anzahl zu verzeichnen, bis bei 37°C schon nach Verlauf von 7 Tagen, bei Zimmertemperatur aus den verschlossenen verwahrten Kulturen nach 10 Tagen keine Methanokokken mehr isoliert werden konnten. Eine Ausnahme stellte die Probe III dar, in der bei Zimmertemperatur (Tabelle 80 und 82) eine kurz dauernde Keimzahlsteigerung am 3. Tage beobachtet wurde und die Methanokokken erst am 63. Tage verschwunden waren.



Die in der Jauche aufgefundenen Sporenbildner, vor allem *Bacillus pasteurianus* und *Bacillus subtilis*, nahmen sehr langsam ab, besonders in den Proben I und III, so daß am Ende der Untersuchungen bei Brutschranktemperatur nach 35 bzw. 49 Tagen und bei 18 - 20°C nach 49 bzw. 63 Tagen immer noch eine größere Menge derselben vorhanden war.

Das *Bacterium coli* zeigte sich in der Jauche nur in geringer Zahl und wurde bei der Temperatur von 37°C nach 3 bzw. 7 Tagen, bei Zimmertemperatur nach 7 bzw. 10 Versuchstagen nicht mehr angetroffen.

In der Probe III konnten noch Bakterien der Intermedius-Gruppe nachgewiesen werden, die bei 37°C rasch, bei 18 - 20°C langsam weniger wurden. Bei der höheren Temperatur ließen sie sich nach 7 Tagen, bei der niedrigeren in verschlossenen Gefäß nach 63 Tagen, im offenen nach 49 Tagen nicht mehr finden. Alle bisher aufgeführten Keime hatten in den Kulturen eine Abnahme erfahren. Anders verhielten sich die Laktose inaktiven, gramnegativen Stäbchen, wiewohl *Bacterium faecalis alcaligenes* sowie die auf Gaßner-Nährboden nichtwachsenden gramnegativen Stäbchen.

Diese Keime wiesen nämlich eine geringe bis sehr starke Zunahme und eine darauffolgende langsame Abnahme auf. Der Rückgang ging bei 37°C schneller vor sich als bei Zimmertemperatur und in dem offen verwahrten Kolben früher als in den verschlossenen aufgehobenen.

Bei den Laktose inaktiven, gramnegativen Stäbchen wurde das Maximum am 3. Tage, in der Probe III (Tabelle 80) am 7. Tage ermittelt. Obwohl die eingangs festgestellte Zahl der Laktose inaktiven, gramnegativen Stäbchen in den 3 entnommenen Jaucheproben ungefähr gleich hoch war, vermehrten sie sich in der Probe III sehr viel stärker als in den anderen beiden und waren dort auch am Ende der Versuche (nach 35 Tagen bei 37°C und nach 63 Tagen bei 18 - 20°C) noch sichtbar, während sie sonst bei Brutschranktemperatur nach 10 Tagen und bei Zimmertemperatur nach 21 Tagen nicht mehr zur Entwicklung kamen.

Die auf Gaßner-Nährböden nichtwachsenden gramnegativen Stäbchen entfalteten ein sehr starkes Wachstum besonders in den Proben I und III. Ihre stärkste Vermehrung fand bei Brutschranktemperatur am 3. Tage und bei Zimmertemperatur vorwiegend am 7. Tage statt. Eine Ausnahme bildete hier die bei 18 - 20°C verschlossen aufbewahrte Kultur der Probe I (Tabelle 72), in der die Höchstzahl dieser Keime am 3. Tage verzeichnet wurde. Da die Abnahme schrittweise erfolgte, erwiesen sich nach Beendigung der Untersuchungen überall die auf Gaßner-Nährböden nichtwachsenden gramnegativen Stäbchen noch als lebensfähig.

Das *Bacterium faecalis alcaligenes* wurde nur in der Probe III in den bei Zimmer- und Brutschranktemperatur verschlossen aufgestellten Behältern (Tabelle 80 und 84) aufgefunden. Dort gelangte es besonders bei 37°C zu einer starken Ausbreitung und erreichte nach 7 Tagen seinen Höchstwert. Bei Brutschranktemperatur folgte der starken Vermehrung eine rasche Abnahme. Nach 35 Tagen waren dort keine Bakterien mehr zu sehen, während ihre Auffindung bei Zimmertemperatur noch nach 63 Tagen gelang.

Die Beobachtungen am Hativpräparat, die in den Tabellen 73, 75, 77, 79, 81, 83 und 85 zusammengestellt wurden, führten zu folgenden Ergebnissen: Die Flagellaten *Oicomonas mutabilis*, *Cercobodo longicauda* und *Polytoma uvella*, von denen nur je eine Art in jeder Jaucheprobe vorhanden war, blieben bei Zimmertemperatur bis zum Ende der Untersuchungen nach 49 bzw. 63 Tagen unvermindert. Bei 37°C dagegen konnte *Cercobodo longicauda* schon nach 3 Tagen und *Oicomonas mutabilis* nach 7 Tagen nicht mehr nachgewiesen werden, während *Polytoma uvella* noch nach 35 Tagen lebte.

Die Ziliaten waren anfangs durch *Glaucocoma pyriformis* und *Glaucocoma scintillans* (Probe I) vertreten. Beide Arten konnten bei Brutschranktemperatur nach 3 Tagen nicht mehr festgestellt werden. Bei Zimmertemperatur kam in allen Kulturen nach 7 Tagen *Colpidium colpoda* hinzu und in der Probe III nach 21 Tagen außer dem noch *Colpoda cucullus*. Die bei Zimmertemperatur verschlossen aufbewahrten Gefäße enthielten die genannten Ziliaten noch am Versuchsende nach 49 bzw. 63 Tagen. Eine Ausnahme bildete der bei dieser Temperatur offen aufgestellte Kol



Der Amylase III (Tabelle 83) ist nach 49 und 63 Tagen bei 37°C noch  
nachweisbar, während bei 57°C nach 49 Tagen und bei 77°C nach 7 Tagen  
keine Amylase mehr nachweisbar ist.

Von den in den Versuchsgefäßen nach 49 Tagen erhaltenen Stäbchen  
Stückchen in allen Versuchsgefäßen vorhanden, bei 37°C nach  
nach 49 bzw. 63 Tagen und bei 57°C nach 49 Tagen. Bei 77°C  
sich bei 77°C nach 7 Tagen nicht mehr nachweisen.

Die bei 77°C erhaltenen Stäbchen sind nach 7 Tagen nicht mehr  
nachweisbar. Die bei 57°C erhaltenen Stäbchen sind nach 49 Tagen  
noch vorhanden, nach 63 Tagen sind sie nicht mehr vorhanden.  
Die bei 37°C erhaltenen Stäbchen sind nach 49 Tagen noch vorhanden,  
nach 63 Tagen sind sie nicht mehr vorhanden.

Der Kalkgehalt der Stäbchen nach dem Abschluß der Versuche abgelesen.  
Bei 37°C mehr als bei 57°C und bei 77°C. In den offen verbleibenden  
Stäbchen mehr als in den verschlossenen Stäbchen.

In Bezug auf die Bildung von Schwefelwasserstoff verhielten sich die Proben  
I und II gleich, da dieses in beiden bei 37°C nach 49 Tagen noch  
festgestellt wurde, bei 57°C nach dieser Zeit dagegen nicht mehr. Die Probe  
III war bei 15 - 20°C im verschlossenen Behälter nach 63 Tagen  
Schwefelwasserstoff auf, in offenen nach 21 Tagen und bei 37°C nach 7 Tagen  
nicht mehr.

Die pH-Werte stiegen in das alkalische Gebiet an, bei der höheren Temperatur  
früherzeitiger und mehr als bei der niedrigeren. Im offen belassenen Gefäß der  
Probe III (Tabelle 83) wurde nach dem Anstieg in den alkalischen Bereich  
nach 49 Tagen ein Abfall verzeichnet.

## V. Besprechung der Ergebnisse.

1. Nach der Untersuchung der Lebensdauer von Reinkulturen verschiedener Keimarten in sterilisiertem Bachwasser, die sich höchstens bis zu 74 Tagen erstreckte, wurde festgestellt, daß das *Bacterium coli* bei Temperaturen von  $18 - 20^{\circ}\text{C}$  und  $37^{\circ}\text{C}$  noch nach 74 Tagen lebte. Die Menge der eingepfropften Keimbakterien hatte keinen Einfluß auf ihre Lebensdauer und die Stärke ihres Wachstums. Es handelte sich auch nicht nur um eine Konservierung der Keime, sondern sie hatten sich erheblich vermehrt. Die Vermehrung wurde im Ausstrich auf festen Nährböden sowie in einer starken Trübung der Kulturröhrchen und der Bildung eines Bodensatzes sichtbar. Auch v. F r e u d e n r e i c h fand im sterilisierten Flußwasser bei Zimmertemperatur eine Vermehrung von *Bacterium coli* und F r a n k l a n d stellte in sterilisiertem Flußwasser für *Bacterium coli* eine mehr als 75 Tage währende Lebensdauer bei  $19^{\circ}\text{C}$  fest.

Dagegenüber ermittelte P l a t t, daß das *Bacterium coli* in sterilisiertem Flußwasser bei einer Bebrütungstemperatur von  $37^{\circ}\text{C}$  in 26 - 30 Tagen zugrunde ging.

Ganz ähnlich wie *Bacterium coli* verhielt sich das *Bacterium aerogenes*, das lediglich bei Brutschranktemperatur ( $37^{\circ}\text{C}$ ) nur mittelstark wuchs, während es sich bei Zimmertemperatur ( $18 - 20^{\circ}\text{C}$ ) sehr stark vermehrte. Das mittelstarke Wachstum bei  $37^{\circ}\text{C}$  kann mit der Herkunft der Aerogenesbakterien aus dem Darm von Kaltblütern erklärt werden.

Ein von P l a t t untersuchter Aerogenesstamm war bei  $37^{\circ}\text{C}$  sogar schon in 1 - 4 Tagen nicht mehr nachzuweisen.

Das *Bacterium enteritidis* Gärtner war bei Zimmer- und Brutschranktemperatur ebenfalls noch nach 74 Tagen vermehrungsfähig. Dieser Befund stimmt mit dem Ergebnis von W o l f f h ü g e l und R i e d e l überein, die in sterilisiertem Flußwasser bei Temperaturen über  $16^{\circ}\text{C}$  eine Vermehrung von Typhusbakterien, der nahe verwandten Art von *Bacterium enteritidis* Gärtner, beobachteten. Auch G o t s c h a l l i c h beschrieb eine Zunahme von Typhusbakterien in sterilisiertem destilliertem Wasser. Er bestimmte ihre Lebensfähigkeit mit 108 Tagen und F r a n k l a n d in sterilisiertem Flußwasser bei  $19^{\circ}\text{C}$  mit 75 Tagen.

Die übrigen Bakterien und Bazillen, die hier noch zur Untersuchung kamen: *Bact. pyocyaneum*, *Bact. fluorescens*, *Bact. faecalis alcaligenes*, *Bac. mesentericus*, *Bac. mycoides* und *Bac. subtilis* lebten länger als 56 Tage in sterilisiertem Bachwasser.

Alle untersuchten Kokken (hämolytische Mikrokokken, *Sarcina lutea* und Streptokokken) gingen nach verhältnismäßig kurzer Zeit in sterilisiertem Bachwasser zugrunde. Unter den Streptokokken verhielten sich *Streptococcus mastitidis* und *Streptococcus viridans* ähnlich. Beide lebten nur bei Zimmertemperatur in größeren Mengen eingepfropft, *Streptococcus mastitidis* 4 Tage und *Streptococcus viridans* 3 Tage. Die längste Lebensdauer unter den Kokken erreichte *Streptococcus faecalis*, der bei Zimmertemperatur 36 - 41 Tage, bei Brutschranktemperatur 32 - 34 Tage lebte.

Über die Lebensdauer von Kokken in sterilisiertem Wasser liegen nur wenige Berichte anderer Autoren vor.

Nach B o l t o n ging *Micrococcus albus* in sterilisiertem destilliertem Wasser, Leitungs- und Brunnenwasser bei  $20^{\circ}\text{C}$  innerhalb von 20 - 30 Tagen und bei  $35^{\circ}\text{C}$  in 5 - 10 Tagen zugrunde, während *Micrococcus albus haemolyticus* in den eigenen Versuchen bei Zimmertemperatur 2 - 7 Tage und bei Brutschranktemperatur 1 - 4 Tage lang lebte.

*Micrococcus aureus haemolyticus* hatte in sterilisiertem Bachwasser bei Temperaturen von  $18 - 20^{\circ}\text{C}$  eine Lebensdauer von 3 - 20 Tagen, bei  $37^{\circ}\text{C}$  eine solche von 2 - 5 Tagen. Ein ähnliches Ergebnis fanden S t r a u ß und D u b a r r y bei  $15 - 20^{\circ}\text{C}$  in sterilisiertem destilliertem oder filtriertem Wasser mit Bouillonzusatz.



Bei der Keimung von *Streptococcus faecalis* bei 18°C und 20°C bei 13°C und bei 37°C. Die Keime sind in sterilisiertem Bachwasser bei 18°C und 20°C in 12-14 Tagen und bei 37°C in 3-4 Tagen abgestorben. Auch wurden die Keime von 18°C auf 20°C und von 20°C auf 37°C übertragen. Dieses konnte bei 13°C mit 27 Tagen festgestellt werden.

Die Keime von *Streptococcus faecalis* sind in der Lage, aus anorganischen Stoffen zu leben und sich vermehren konnten. Nach B o l t o n wurden die in Wasser vermehrungsfähigen Keime mit einfachstem Material aus den Stoffen, die der Keime werden außer CO<sub>2</sub>, keine organischen Stoffe gebildet, die nicht zur Handlung verwendet werden. Die stickstoffhaltigen Stoffwechselprodukte können immer wieder zur legt und zur Luft verwandelt werden. Letzteres sollen die abgestorbenen Keime inner wieder verwertbares Material zur Verfügung stellen.

Aus den eigenen Versuchen und der Literaturübersicht geht hervor, daß die Abgrenzung der autotrophen Bakterien, d.h. solcher, die sich lediglich von anorganischen Stoffen ernähren, von den Saprophyten nicht so scharf abgegrenzt ist, wie das allgemein angenommen wird. Die meisten Bakterien sind fähig, aus geringen Mengen organischer Substanzen ihre Lebensenergie zu gewinnen und befähigt, aus dem anorganischen Material organische Substanzen aufzubauen. Diese Eigenschaft können sogar auch pathogene Keime haben.

Die von der Familie der Lactaceae untersuchten Keime waren scheinbar nicht in der Lage, die in sterilisiertem Bachwasser vorhandenen Nährstoffe aufzunehmen. Diese mangelnde Assimilationsfähigkeit geht auch aus den gemessenen pH-Werten hervor. Während bei den Bakterien und Bazillen die Reaktion des Mediums durch den Abbau stickstoffhaltiger Substanzen im Wasser und die dadurch verursachte Ammoniakbildung langsam leicht alkalisch wurde, war bei den Keimen mit Ausnahme von *Streptococcus faecalis*, der etwas länger im Wasser lebte, eine solche Veränderung nicht feststellbar. In den Versuchen waren auch Unterschiede der pH-Werte zu erkennen. Die Eiweißzersetzung durch die Bakterienstämme ging verschieden rasch vor sich. Bei diesem Vorgang spielte außerdem die Temperatur eine Rolle. Bei der höheren Temperatur von 37°C wurde früher eine schwache Alkalisierung verzeichnet als bei der niedrigeren von 18-20°C. Daraus wird geschlossen, daß bei 37°C die Lebensvorgänge beschleunigt ablaufen, die Nährstoffe werden schneller verbraucht, wodurch wieder ein früheres Absterben der Keime verursacht wird. Auch B o l t o n beobachtete, daß die Abnahme der Keime bei 35°C rascher vor sich ging als bei 18-22°C.

In den Untersuchungen an Keimen zeigte sich allgemein eine verlängerte Lebensdauer bei einer Verimpfung in großen Mengen. Bei größerer Aussaat von Keimen tritt nach F l a x e r eine natürliche Auslese ein, bei welcher die Keime, die sich an die veränderte Umgebung schneller anpassen können, überleben. Zur Fortsetzung ihres Lebensprozesses dient ihnen vielleicht die zerstörte Zellsubstanz der toten Keime als Stickstoffquelle.

2. Die Anwesenheit von zwei verschiedenen Keimarten im sterilisierten Bachwasser zeigte die unterschiedlichen Wechselwirkungen beim Zusammenleben von Bakterien: es wurde entweder ein hemmender oder begünstigender Einfluß auf beide Keimarten oder nur auf eine, bzw. gar keine Beeinflussung festgestellt. In der Mehrzahl der Mischkulturen in sterilisiertem Bachwasser wurden negative Wirkungen beobachtet, die sich entweder nur in einer Verminderung der Wachstumsintensität oder bzw. außerdem durch eine Verkürzung der Lebensdauer ausdrückten.

Antagonistische, sich gegenseitig beeinträchtigende Wirkungen zwischen Mikroben sind lange bekannt. D e B a r y vertrat 1879 den Standpunkt, daß von zwei Mikroorganismen, die sich in demselben Medium entwickeln, einer früher



oder später dominieren und den anderen unterdrücken wurde. Es aber in den eigenen Versuchen festgestellt wurde, daß in Mischkulturen nicht nur einseitige Wirkungen auftreten, entspricht die Anschauung von D e B a r y nicht ganz der Wirklichkeit.

Frühere systematische Einteilungsversuche antagonistischer Erscheinungen wurden nach den Wirkungen des Antagonismus vorgenommen. So nannten P a p e k o s t a und G a t e Antagonismus lediglich den wechselseitigen Einfluß von zwei und mehr Keimen *in vivo*, bezeichneten dieses Geschehen *in vitro* aber als Antibiose. N a k h t m o r s k a i s unterscheidet ferner einen Antagonismus mit baktericidischer, bakteriolytischer, fungistatischer und fungizider Wirkung, einen monolateralen und einen bilateralen Antagonismus, d. h., zwischen Stämmen derselben Art oder zwischen verschiedenen Arten. Heute werden dagegen bei der Einteilung mehr die Ursachen als die Wirkungen des Antagonismus berücksichtigt. Man kann zwischen einem natürlichen, einem erzwungenen und einem Adaptationsantagonismus unterscheiden. Allen drei Arten des Antagonismus ist gemeinsam, daß sie durch antibakteriell wirkende Stoffe hervorgerufen werden, die von den Bakterien selbst abgesondert werden. Der natürliche Antagonismus ist bedingt durch die normale Ausscheidung konstitutioneller Stoffwechselprodukte, die sich in Abwesenheit eines spezifischen Substrates und allgemein ohne prinzipiellen Einfluß des Kulturmediums bilden.

Der erzwungene Antagonismus, der dadurch hervorgerufen wird, daß eine Keimart gezwungen ist, mangels bestimmter lebensnotwendiger Nährstoffe die Leibes substanz einer anderen Art als Nahrung zu benutzen, wurde zuerst von S c h i l l e r beobachtet. Er verstand darunter die Erscheinung, daß zwei Bakterienarten, die gewöhnlich gut zusammen gedeihen, unter bestimmten Bedingungen zu Antagonisten werden können.

Der Adaptationsantagonismus, der durch eine Adaptation (Anpassung) in Mischkulturen bedingt ist, wurde von G i l l i s s e n beschrieben. Er führt zur Bildung spezifisch wirkender Substanzen fermentativen Charakters, kann sich in nährstoffreichen und -armen Medien abspielen und mit nachfolgender Mutation des Antagonisten einhergehen. Da er auch in Nährmedien auftritt, die neben dem spezifischen Substrat reich an Stickstoff und Zucker sind, handelt es sich also nicht um eine Anpassung an das Substrat auf Grund von Nahrungsman gel.

In den eigenen, im sterilisierten Bachwasser durchgeführten Versuchen wurden eine ganze Reihe Beispiele für den von G i l l i s s e n beschriebenen Adaptationsantagonismus gefunden. So starben alle Keime aus der Familie Coccaceae (hämolytische Mikrokokken: *Micrococcus albus* und *Micrococcus aureus*, *Sarcina lutea* und Streptokokken: *Streptococcus pyogenes*, *Streptococcus mastitidis*, *Streptococcus viridans* und *Streptococcus faecalis*), die schon im sterilisierten Bachwasser allein bald zugrunde gingen, in Mischkulturen mit *Bacterium coli* beschleunigt ab. Das frühzeitige Absterben der Kokken wurde durch antibakterielle Substanzen verursacht, die in einem zellfreien Mischkulturfiltrat: *Bacterium coli* / *Micrococcus albus* haemolyticus nachgewiesen werden konnten. Die Substanzen wirkten spezifisch gegen *Micrococcus albus* haemolyticus und waren thermolabil, da 15 Minuten langes Erhitzen auf 100°C ihre Wirksamkeit aufhob. Ferner wurde festgestellt, daß die Haltbarkeit dieser bakteriziden Stoffe begrenzt ist, denn in einem 4 Wochen nach dem Absterben von *Micrococcus albus* haemolyticus hergestellten Mischkulturfiltrat wurde besonders bei Brutschranktemperatur (37°C) eine Aktivitätseinbuße gegenüber erneut eingetimpfte *Micrococcus albus* haemolyticus verzeichnet.

In Bestätigung der Beobachtungen von G i l l i s s e n konnte auch in Mischkulturen von *Bacterium coli* mit hämolytischen Mikrokokken in Nährbouillon ein Adaptationsantagonismus beobachtet werden.

Ein Antagonismus zwischen *Bacterium coli* und *Micrococcus albus* bzw. *Micrococcus aureus* in Nährbouillon wurde u. a. auch schon von G u n d e l und H i m m s t e d t, v. W i k u l l a l und K o c h und K r ä m e r beschrieben. Letztere stellten außerdem ein antagonistisches Verhalten von Kolibakterien



gegenüber Streptokokken test. Versuche von T u r r o ergaben dagegen keinen Einfluß von Bakterien auf den Streptokokken in Bouillon. Die eigenen Angaben über die Lebensdauer von Mikrokokken in Mischkulturen mit *Bacterium coli* in Bouillon weichen häufig von denen anderer Autoren ab. Dabei muß berücksichtigt werden, daß es sich um verschiedene Kolistämme handelt, die antagonistisch stark oder schwach wirksam sind.

Ein weiteres Beispiel für den Adaptationsantagonismus wurde bei den eigenen Versuchen in Mischkulturen von *Bacterium coli* mit *Bacterium enteritidis* Gärtner in sterilisiertem Bachwasser gefunden. Die Gärtnerbakterien konnten, selbst wenn sie einen Tag vor den Kolibakterien verimpft wurden, nach 24stündiger Mischkultur nicht mehr nachgewiesen werden.

Der Antagonismus zwischen *Bacterium coli* und dem *Bacterium typhi*, der nahe verwandten Art von *Bacterium enteritidis* Gärtner, war oft Gegenstand von Untersuchungen. Nur C r a m e r führte diese Versuche in sterilisiertem Wasser durch, alle anderen wie K o c h und K r ä m e r, N i s l e, C o r a d i und K u r p j a w e i t, S c h i l l i n g und C a l i f a n o V i g n a t i, H a s h i m o t o und G i l l i s s e n und M e i e r gegen in Bouillon. Sie fanden übereinstimmend, daß die Typhusbakterien in Mischkulturen mit *Bacterium coli* zugrunde gingen.

Von G u n d e l und M a b e, G u n d e l und K l i e w e und G i l l i s s e n wurde die gegen Milzbrandbazillen gerichtete antagonistische Wirkung von Kolibakterien auf festen und in flüssigen Nährböden eingehend untersucht. Noch deutlicher trat bei ihren Untersuchungen der Antagonismus gegen über *Bacillus anthracis* durch das *Bacterium aerogenes* zutage. Da die Versuche dieser Autoren sehr ausführlich waren, wurde in der eigenen Arbeit auf eine Wiederholung in sterilisiertem Bachwasser verzichtet. In Stichproben konnte diese Ergebnisse jedoch bestätigt werden. Die Stärke des Antagonismus war bei dem verwendeten Stamm abhängig.

Auch unter den anderen Mischkulturversuchen in sterilisiertem Bachwasser konnten antagonistische Erscheinungen beobachtet werden:

In den Mischkulturen von *Bacillus mesentericus* mit *Sarcina lutea* wurde die Lebensdauer der Sarcinen verkürzt, so daß sie nach 24 Stunden nicht sehr entwicklungsfähig waren. Ferner lebten *Streptococcus faecalis* und *Streptococcus pyogenes* in Mischkulturen mit *Bacterium aerogenes* und *Bacillus subtilis* in Mischkulturen mit *Bacterium pyocyaneum* kürzer als in den Kontrollen.

Im Gegensatz zu den Ergebnissen von T u r r o, der Bouillon als Nährboden verwendete, erfuhr auch *Streptococcus pyogenes* bei Anwesenheit von *Bacterium pyocyaneum* bzw. *Bacterium fluorescens* in sterilisiertem Bachwasser eine Verkürzung seiner Lebensdauer. In Mischkulturen mit aeroben Sporenbildnern (*Bacillus mesentericus*, *Bac. mycoides* und *Bac. subtilis*) wurde eine antagonistische Wirkung gegenüber *Streptococcus pyogenes* besonders bei einer Temperatur von 37° beobachtet. Gleiche Resultate hatte S c h i l l e r in destilliertem Wasser. T u r r o in Bouillon und F r i n g s h o l m auf festen Nährböden.

Ein Antagonismus kann durch den Einfluß sekundärer Faktoren wie Nährbodenerschöpfung, Anreicherung allgemeiner Stoffwechselprodukte, Sauerstoff- und Stickstoffmangel, Anhäufung von CO<sub>2</sub> und Veränderungen des Nährbodens in eine für den anderen Keim ungünstigen Sinne, wie pH - Änderungen vorgetäuscht werden. Über den Einfluß der Temperatur als antagonistischer Faktor in Mischkulturen schreibt G i l l i s s e n, daß die Temperatur zwar eine Keimart im Wachstum hemmen, sie jedoch nicht abtöten kann, es sei denn, daß es dadurch zu einer pH - Änderung oder zur Bildung von Stoffwechselprodukten im Sinne des Antagonisten käme. Das Gleiche soll für den unter Umständen möglichen Einfluß der Wachstumsgeschwindigkeit, der M - Zahl (Maximalzahl) und des rH (Elektropotential) gültig sein.

Beispiele für diese Art der Temperatureinwirkung, wie sie von G i l l i s s e n beschrieben wurde, fanden sich auch in den eigenen Versuchen. Während in sterilisiertem Bachwasser in den Mischkulturen von *Bacterium coli* bzw. *Bacterium enteritidis* Gärtner mit *Bacterium faecalis* alcaligenes bei Zimmer-



und Brutschranktemperatur kein Einfluß bestand. Füllten die gleichen Mischkulturversuche in Kalibouillon zu einem früheren Absterben von *Bacterium coli* und *Bacterium enteritidis* Gärtner bei 37°C. Bei dieser Temperatur stieg der pH-Wert infolge der starken Alkalibildung von *Bacterium faecalis* alligones verhältnismäßig zeitig auf 9,5 an. Das *Bacterium coli* stirbt nach S p e y e r in einem pH-Bereich von 4,5 bis 9,0, so daß die Annahme berechtigt scheint, daß das *Bacterium coli* auf Grund dieser pH-Änderung einging. Bei *Bacterium enteritidis* Gärtner verlor die gleiche Ursache als Ursache für das Absterben vermutet. In sterilisiertem Nachwasser bei 37°C stieg der pH in diesen Mischkulturen dagegen nur bis 7,5 an, infolgedessen wurden auch *Bacterium coli* und *Bacterium enteritidis* Gärtner in ihrer Lebensfähigkeit nicht beeinflusst.

Weitere Beispiele dieser Art wurden in sterilisiertem Nachwasser in den Mischkulturen von *Bacterium coli* bzw. *Bacterium aerogenes* mit *Bacterium pyocyaneum* bzw. *Bacterium fluorescens* ermittelt. In diesen gingen die Koll- und Aerogenesbakterien bei Brutschranktemperatur (37°C) zugrunde. *Bacterium fluorescens* erlitt in diesen Mischkulturen bei Zimmertemperatur eine Wachstumsstörung. Auch T a v e n s e und D e h l e r beobachteten eine Verdrängung von *Bacterium coli* durch *Bacterium pyocyaneum* im Wasser und B u s s o n konnte nach 31 Tagen im Wasser nur *Bacterium fluorescens*, aber keine Kollibakterien mehr nachweisen.

Ferner seien die Mischkulturen von *Bacterium aerogenes* mit *Bacterium enteritidis* Gärtner, *Bacillus mesentericus* und *Bacillus subtilis* in sterilisiertem Nachwasser erwähnt, bei denen die Temperatur auf das Absterben bzw. die Wachstumsstärke der Keime von Einfluß war. In der Mischkultur *Bacterium aerogenes*/*Bacterium enteritidis* Gärtner ging letzteres bei Zimmertemperatur zugrunde, während es sich bei 37°C weiter entwickelte.

Ebenso verhielt sich *Bacillus mesentericus* in der Mischkultur mit *Bacterium aerogenes* in sterilisiertem Nachwasser. Das *Bacterium aerogenes* war in diesen Mischkulturen bei Brutschranktemperatur nicht lange lebensfähig. Ein gleiches Verhalten von *Bacterium aerogenes* wurde in der Mischkultur mit *Bacillus subtilis* beobachtet. Diese Erscheinung ist dadurch erklärlich, daß das *Bacterium aerogenes* normalerweise bei Brutschranktemperatur viel schlechter wächst als bei Zimmertemperatur. *Bacillus subtilis* wurde bei gemeinsamer Kultur mit *Bacterium aerogenes* bei 18 - 20°C nur im Wachstum gehemmt.

Schließlich scheint die Temperatur beim frühzeitigen Absterben von aeroben Sporenbildnern (*Bac. mesentericus*, *Bac. mycoides* und *Bac. subtilis*) in Mischkulturen mit *Bacterium pyocyaneum* bzw. *Bacterium fluorescens* eine Rolle zu spielen, da diese mit Ausnahme von *Bacillus subtilis* in Mischkulturen mit *Bacterium pyocyaneum* nur bei Zimmertemperatur (18 - 20°C) eingingen. *Bacillus mycoides* ließ bei Brutschranktemperatur (37°C) lediglich eine Hemmung des Wachstums erkennen. Das Wachstum von *Bacterium pyocyaneum* und *Bacterium fluorescens* wurde andererseits bei Brutschranktemperatur in Mischkulturen mit *Bacillus mesentericus* gehemmt.

In den eigenen Untersuchungen wurde eine Hemmung des Wachstums von *Bacillus mesentericus* in Mischkulturen mit *Bacterium coli* in sterilisiertem Nachwasser bei Temperaturen von 18 - 20°C und 37°C ermittelt. *Bacillus subtilis* wurde bei gemeinsamer Kultur mit *Bacterium coli* dagegen nur bei Zimmertemperatur in der Entwicklung gehemmt. *Bacillus mycoides* und *Bacterium coli* beeinflussten sich bei Zimmer- und Brutschranktemperatur gegenseitig gar nicht.

Demgegenüber fand F r i n g s h e i m keinen Einfluß von *Bacterium coli* auf *Bacillus mesentericus* bei Verwendung von festen Nährböden und K e i h o K a m a d a, G u n d e l und K l i e w e und G i l l i s s e n stellten in Bouillon eine vollständige Verdrängung von *Bacillus subtilis* durch Kollibakterien fest. Im Gegensatz zu den eigenen Ergebnissen wurde von G u n d e l und K l i e w e außerdem ein Rückgang von *Bacillus mycoides* durch das *Bacterium coli* beobachtet.

Unter den Mischkulturversuchen in sterilisiertem Nachwasser fanden sich auch einige Fälle, in denen eine Keimart im Wachstum begünstigt wurde. So wurde



festgestellt, daß sich hämolytische Mikrokokken (*Micr. albus* und *Micr. aureus*) und *Sarcina lutea* in Mischkulturen mit *Bacterium aerogenes* besonders bei Zimmertemperatur besser entwickelten als in Reinkulturen. Die Begünstigung der Kokken wirkte sich in einem verstärkten Wachstum und einer verlängerten Lebensdauer aus. Auch in Mischkulturen mit *Bacterium pyocyaneum*, *Bacterium fluorescens* und aeroben Sporenbildnern (*Bac. mesentericus*, *Bac. mycoides* und *Bac. subtilis*) wurde die Vermehrungsfähigkeit der hämolytischen Mikrokokken teilweise erheblich verlängert.

Im Gegensatz zu diesen Ergebnissen beobachtete O l i t s k y einen Antagonismus von *Bacterium fluorescens* gegenüber *Micrococcus aureus* in Bouillon und P r i n g a h e i m eine Hemmung von *Micrococcus albus* und *Micrococcus aureus* durch *Bacillus mesentericus* auf festen Nährböden. Z u c k e r m a n n und H i a k e w i t s c h fanden lediglich keine wachstumshemmende Wirkung von *Bacillus mesentericus* auf Mikrokokken.

Der begünstigende Einfluß bei der Anwesenheit zweier Keimarten in dem gleichen Kulturmedium kommt nach G o t s c h l i c h wahrscheinlich dadurch zustande, daß die im Substrat enthaltenen Nährstoffe durch die begünstigenden Bakterien in einer Weise verändert werden, daß sie für die andere Art assimilierbar werden.

Seltener waren bei den eigenen Untersuchungen Fälle gegenseitiger Begünstigung. Sie wurden in den Mischkulturen von *Sarcina lutea* mit hämolytischen Mikrokokken festgestellt. Dabei überlebten die Sarzinen noch die Mikrokokken vor allem bei Zimmertemperatur (18 - 20°C). Hierbei handelt es sich wahrscheinlich um die gelegentlich zu beobachtende Erscheinung des Synergismus wobei nach G i l l i s s e n zwei lebende Mikroorganismen zusammen Veränderungen hervorrufen, die jeder allein nicht zustande brächte.

Beispiele, in denen eine Keimart begünstigt und die andere benachteiligt wird, fanden sich in den Mischkulturen von *Streptococcus pyogenes* mit hämolytischen Mikrokokken in sterilisiertem Bachwasser. Die Streptokokken lebten kürzer und die Mikrokokken länger als in den Kontrollen. Dieses Ergebnis ist eine Bestätigung klinischer Beobachtungen, nach denen bei Eiterungen, die durch Mikrokokken verursacht waren, Streptokokken stets fehlten. Auch S c h l i e r konnte in destilliertem Wasser eine Verdauung von pathogenen Streptokokken durch Mikrokokken nachweisen. Außerdem beschrieb er eine Verdrängung pathogener Streptokokken durch Sarzinen.

In den eigenen Versuchen wurde dagegen nur bei Zimmertemperatur ein früheres Absterben von *Streptococcus pyogenes* in Mischkulturen mit *Sarcina lutea* verzeichnet. Bei 37°C lebten die Streptokokken länger als in den Kontrollen. Die Lebensdauer der Sarzinen wurde in diesen Mischkulturen bei Zimmer- und Brutschranktemperatur verlängert.

Aus diesen Untersuchungen ist ersichtlich, daß die Wechselwirkungen zwischen verschiedenen Keimarten in der Natur eine große Rolle spielen.

In der folgenden Tabelle 86 sind die wichtigsten Ergebnisse der Mischkulturversuche in sterilisiertem Bachwasser zusammengefaßt.

Tabelle 86: Zusammenstellung der wichtigsten Ergebnisse der Kieckhoffer-Versuche in sterilisiertem Bachwasser.

| Hemmung des Wachstums und starke(++) bzw. geringe(+) Verkürzung der Lebensdauer |                    |     |      | Förderung des Wachstums und starke(++) bzw. geringe(+) Verlängerung der Lebensdauer |     |     |      |
|---------------------------------------------------------------------------------|--------------------|-----|------|-------------------------------------------------------------------------------------|-----|-----|------|
| durch                                                                           | bei                | Zim | Brut |                                                                                     | bei | Zim | Brut |
| Bacterium coli                                                                  | Bact. ent. Gärtner | ++  | ++   |                                                                                     |     |     |      |
|                                                                                 | Bac. anthracis     | ++  | ++   |                                                                                     |     |     |      |
| Bacterium aerogenes                                                             | Bact. coli         | (*) | (*)  | Micr. albus haemolyticus                                                            | +   | +   |      |
|                                                                                 | Bact. ent. Gärtner | +   | -    | Micr. aureus haemolyticus                                                           | +   | +   |      |
|                                                                                 | Bac. mesentericus  | ++  | -    | Sarcina lutea                                                                       | +   | +   |      |
|                                                                                 | Bac. anthracis     | ++  | ++   |                                                                                     |     |     |      |
| Bacterium pyocyaneum                                                            | Bact. coli         | -   | +    | Micr. albus haemolyticus                                                            | +   | +   |      |
|                                                                                 | Bact. aerogenes    | -   | +    |                                                                                     |     |     |      |
|                                                                                 | Bac. mesentericus  | +   | -    |                                                                                     |     |     |      |
|                                                                                 | Bac. mycoides      | ++  | -    |                                                                                     |     |     |      |
|                                                                                 | Bac. subtilis      | +   | +    |                                                                                     |     |     |      |
| Bacterium fluorescens                                                           | Bact. coli         | -   | +    | Micr. albus haemolyticus                                                            | +   | +   |      |
|                                                                                 | Bact. aerogenes    | -   | +    |                                                                                     |     |     |      |
|                                                                                 | Bac. mesentericus  | ++  | -    |                                                                                     |     |     |      |
|                                                                                 | Bac. mycoides      | ++  | -    |                                                                                     |     |     |      |
|                                                                                 | Bac. subtilis      | +   | -    |                                                                                     |     |     |      |
| Bacillus mesentericus                                                           | Strept. pyogenes   | +   | +    | Micr. albus haemolyticus                                                            | ++  | +   |      |
|                                                                                 |                    |     |      | Micr. aureus haemolyticus                                                           | ++  | +   |      |
| Bacillus mycoides                                                               | Strept. pyogenes   | +   | +    | Micr. albus haemolyticus                                                            | ++  | ++  |      |
| Bacillus subtilis                                                               | Strept. pyogenes   | +   | +    | Micr. albus haemolyticus                                                            | +   | +   |      |
| Micr. albus haem. + Micr. aureus haem.                                          | Strept. pyogenes   | +   | +    | Sarcina lutea                                                                       | ++  | ++  |      |
| Strept. pyogenes                                                                |                    |     |      | Sarcina lutea                                                                       | ++  | ++  |      |

Zeichenerklärung: Zim = Zimmertemperatur

Brut = Brutschranktemperatur

- = kein Einfluss

(\*) = Die antagonistische Wirkung von Bacterium

aerogenes gegenüber Bacterium coli wurde schon von Gray und Stieglitz beobachtet. Gray berichtete, daß sich Bacterium aerogenes im Wasser auf Kosten von Bacterium coli ständig vermehrt und Stieglitz prüfte den Aerogenes - Koli antagonismus in Bouillon und Peptonwasser. Eine Wiederholung in sterilisiertem Bachwasser schien deshalb nicht mehr notwendig.



Bei der Untersuchung von städtischem Abwasser auf das Vorhandensein von Mikroorganismen konnten Streptokokken, *Micrococcus albus*, aerobe Sporenbildner (*Bac. mesentericus* und *Bac. subtilis*), *Bacterium coli*, Laktose inaktive gramnegative Stäbchen, auf Gaßernährböden nichtwachsende gramnegative Stäbchen und Hefen der Gattungen *Rhodotorula* und *Trichosporon* isoliert werden. Daneben wurden im Nativpräparat *Zoogloea ramigera*, *Beggiatoa alba*, *Sphaerotilus natans*, *Spirillum undulans*, Flagellaten und Ziliaten festgestellt. Die Streptokokken, *Micrococcus albus*, *Bacterium coli*, die aeroben Sporenbildner, *Zoogloea ramigera*, *Beggiatoa alba*, *Sphaerotilus natans* und *Spirillum undulans* nahmen ab, während die Laktose inaktiven gramnegativen Stäbchen und die auf Gaßernährböden nichtwachsenden gramnegativen Stäbchen a Zahl erst zu- und später abnahmen. Die bei Brutschranktemperatur ( $37^{\circ}\text{C}$ ) abewahrten Proben wiesen *Zoogloea ramigera*, *Beggiatoa alba*, *Sphaerotilus natans* und Hefen schon am 3. Tage nicht mehr auf. In den bei Zimmertemperatur ( $18 - 20^{\circ}\text{C}$ ) aufgestellten Abwasserproben konnten die Hefen im Nativpräparat stets beobachtet werden. Kulturell waren sie erst dann züchtbar, wenn sie sich auf Grund der pH - Verschiebung vom alkalischen Bereich zum Neutralpunkt (7,0) stärker vermehrten. In der Folge nahmen sie sehr stark zu. Gleichzeitig mit dieser Hefevermehrung erfolgte eine erneute Zunahme der Laktose inaktiven gramnegativen Stäbchen und der auf Gaßernährböden nicht wachsenden gramnegativen Stäbchen. Nach diesem Keimanstieg wurde eine Abnahme von Bakterien und Hefen beobachtet.

Die bei  $37^{\circ}\text{C}$  belassenen Proben, in denen die Hefen nicht entwicklungsfähig waren, zeigten dagegen kein erneutes Ansteigen dieser genannten Keime. In der Abwasserprobe, die gar keine Hefen enthält, wurde ebenfalls, auch bei Zimmertemperatur, keine erneute Vermehrung der Laktose inaktiven gramnegativen Stäbchen und der auf Gaßernährböden nichtwachsenden gramnegativen Stäbchen festgestellt. Sie stellen somit einen Indikator für die Anwesenheit von organischen Stoffen im Wasser dar.

Bei der Prüfung der Proben auf, daß zunächst mehr Flagellaten als Ziliaten in der Abwasserprobe vorhanden waren. In der ersten Versuchsanlage ergab sich bei Zimmertemperatur ( $18 - 20^{\circ}\text{C}$ ) eine verstärkte Zunahme der Flagellaten. Während die Flagellaten sich dann später verringerten, erfolgte eine Vermehrung der Ziliaten. Nachdem diese ab Zahl wieder abnahmen, vermehrten sich die Rädertierchen *Rotifer vulgaris* sehr stark. Bei Brutschranktemperatur ( $37^{\circ}\text{C}$ ) stieg die Flagellatenzahl ebenfalls bis zum 3. Tage und Ziliaten bis zum 4. Tage auf, das Rädertierchen *Rotifer* war gar nicht.

Der Ablauf des biologischen Geschehens ging also bei Zimmertemperatur so sich, daß zuerst ein starkes Ansteigen der Gesamtkeimzahl beobachtet wurde, dem eine Zunahme der Flagellaten, später der Ziliaten und des Rädertierchen *Rotifer vulgaris* folgte. Bei  $37^{\circ}\text{C}$  konnte nur eine Keimzahlsteigerung festgestellt werden, da die Protozoen bei dieser Temperatur nicht zur Entfaltung kamen.

Die Zu- und Abnahme der Laktose inaktiven gramnegativen Stäbchen und der auf Gaßernährböden nichtwachsenden gramnegativen Stäbchen, sowie die Verringerung der übrigen Keime ging bei Brutschranktemperatur rascher vor sich als bei Zimmertemperatur. Der Unterschied dieser Vorgänge zwischen den bei Zimmertemperatur offen bzw. verschlossen verwahrten Proben war nur gering.

Aus den Jaucheproben wurden außer den im städtischen Abwasser isolierten Keimen noch *Methanococcus mazei*, *Bacterium faecalis alcaligenes* und Bakterien der Intermediengruppe, die den Laktose inaktiven gramnegativen Stäbchen sehr nahe stehen, gezüchtet. Während *Methanococcus mazei* und die Bakterien der Intermediengruppe abnahmen, vermehrte sich *Bacterium faecalis alcaligenes* sehr stark und verlagerte sich später wieder. Da Hefen nicht auftraten, wie bei den Laktose inaktiven gramnegativen Stäbchen und den auf Gaßernährböden nichtwachsenden gramnegativen Stäbchen keine erneute Zunahme beobachtet. Die übrigen Keime verhielten sich genau so wie die im städtischen Abwasser.



Im Nativpräparat konnte auch *Spirillum* suis neben Flagellaten und Ziliaten ermittelt werden. Gegenüber den Abwasserproben enthielten die Jaucheproben weniger und häufig andere Protozoenarten. So konnten *Polytoma utella*, *Colpoda cucullus*, *Glaucoma scintillans* und *Glaucoma pyxiformis* im städtischen Abwasser nicht festgestellt werden. Es handelt sich besonders bei letzterem um sehr anpassungsfähige Formen, die noch mit Spuren von  $O_2$  zu leben vermögen. Außerdem wurde das Flagellaten- und Ziliatenmaximum in der Jauche bei Zimmertemperatur nicht so deutlich, da die Vermehrung der Protozoen durch das stärker alkalische Medium unterdrückt wurde.

Die hier aufgezeigten Beobachtungen von den Geschehnissen in den Abwasser- und Jaucheproben zeigen den Ablauf der natürlichen Selbstreinigung, d. h., den Abbau der organisch fäulnisfähigen Substanz durch physikalisch-chemische und biologische Prozesse.

Unter den chemischen Vorgängen fallen die Abnahme der organischen Substanz (durch geringeren  $KMnO_4$ -Verbrauch), von freiem  $H_2S$  und der Alkalibildung auf, unter den biologischen eine Keimzahlzunahme mit darauffolgender Keimabnahme sowie die später einsetzende Flagellaten- und Ziliatenvermehrung und deren Abnahme.

Die biologischen Vorgänge im Faulwasser laufen den chemischen parallel. Nach *L i e b m a n n* trifft bei vielen Organismen das Optimum ihres Gedeihens mit den einzelnen Phasen des allmählichen Abbaues der organischen Substanz zusammen, so daß es je nach der Stufe der erfolgten Selbstreinigung bestimmte Leitformen gibt. Die unterschiedliche Empfindlichkeit der Organismen gegenüber Wasserverunreinigungen beruht hauptsächlich auf dem bei den einzelnen Arten verschiedenen entwickelten Sauerstoffbedürfnis. Neben Sauerstoff sind Fäulnisstoffe wie  $NH_3$  und  $H_2S$  von Bedeutung. Es gibt Leitorganismen, die gegenüber Fäulnisstoffen besonders empfindlich oder besonders unempfindlich sind. Im Verlauf der natürlichen Selbstreinigung ergibt sich somit eine Änderung in der Zusammensetzung der Lebensgemeinschaften.

Im frischen oder nur wenig angefaulten Abwasser ist die Zahl und Art der Organismen bis auf die Bakterien, die sich schon stark vermehren, im Verhältnis zu der im angefaulten Abwasser noch relativ gering. Große Mengen an organischer Substanz schaffen günstige Entwicklungsmöglichkeiten für Bakterien. Diese wieder bedingen dann vorteilhafte Nahrungsverhältnisse für solche Protozoen, die Bakterienfresser sind und unter den extremen Verhältnissen leben können, d. h., die mit Spuren von Sauerstoff auskommen und gegenüber Fäulnisstoffen, vor allem  $NH_3$  und  $H_2S$  besonders widerstandsfähig sind, wie z. B. *Bodo putridus*, *Oicomonas matabilis*, *Cercobodo longicauda* und *Colpidium colpoda*.

Mit fortschreitender Selbstreinigung nehmen die hohen Bakterienzahlen allmählich ab. Es treten andere Protozoen auf, die teilweise, wie z. B. *Antrophyra vegetans* gegen  $H_2S$  erheblich empfindlich sind. Neben den noch überwiegenden Bakterienfressern: *Paramecium caudatum*, *Uronema maximum*, *Oxytricha fallax* und *Chilodonella cucullata* nimmt außerdem die Zahl der räuberisch lebenden Formen zu (*Lionotus fasciola*). Von den zahlreichen Bakterienfressern (Flagellaten und Ziliaten) lebt das Rädertierchen *Rotifer vulgaris*.

Zur Zeit der abklingenden Selbstreinigung nehmen mit dem Rückgang der Bakterienzahlen auch die Protozoen immer mehr ab. Die Bakterienverminderung ist die natürliche Folge des allmählich eintretenden Mangels an Bakteriennährstoffen und antagonistischer Wirkungen.

Da die Selbstreinigung bei Brutschranktemperatur ( $37^\circ C$ ) auch nach dem Verschwinden der Protozoen vor sich ging, ist ersichtlich, daß den Bakterien bei diesem Vorgang größere Bedeutung zukommt als den Protozoen. Damit konnten die Beobachtungen von *L i e b m a n n* bestätigt werden, der nachwies, daß die Selbstreinigung von Abwässern nur mit Hilfe der Bakterien bis zur völligen Mineralisierung möglich ist.

Eine Keimzunahme mit nachfolgender allmählicher Keimverringerung beim Stehenlassen von Wasserproben stellten schon *C r a m e r*, *R u d n e r*, *H e s s e* und *K o s i k* fest. *K o h n* beobachtete außerdem ein rascheres Ansteigen





## VI. Zusammenfassung

1. In reinem Wasser (sterilisiertes Bachwasser) wurde die Lebensfähigkeit von Reinkulturen verschiedener Bakterien (Bact. coli, Bact. aerogenes, Bact. enteritidis Gärtner, Bact. pyocyaneum, Bact. fluorescens und Bact. faecalis alcaligenes), Bazillen (Bac. mesentericus, Bac. mycoides und Bac. subtilis) und Kokken (Mier. albus haemolyticus, Mier. aureus haemolyticus, Mier. citreus haemolyticus, Sarcina lutea, Strept. pyogenes, Strept. mastitidis, Strept. viridans und Strept. faecalis) untersucht.

Die stäbchenförmigen Mikroorganismen waren in reinem Wasser mehr als 56 Tage lebens- und vermehrungsfähig. Demgegenüber gingen die kugelförmigen Mikroorganismen nach verhältnismäßig kurzer Zeit daran zugrunde. Nur Streptococcus faecalis blieb bis zu 41 Tagen am Leben. Durch Verimpfung größerer Mengen und Aufbewahrung bei 18 - 20°C konnte die Lebensfähigkeit der Kokken verlängert werden.

2. Das Zusammenleben zweier Keimarten in reinem Wasser ließ unterschiedliche Wechselwirkungen erkennen. Nach gleichzeitiger oder sukzessiver Verimpfung zweier verschiedener Keimarten in reines Wasser wurde entweder keine Wirkung oder eine vor- bzw. nachteilige auf eine oder beide Keimarten ermittelt:
  - a) Eine Verkürzung der Lebensdauer bei Temperaturen von 18 - 20°C und 37°C durch Bacterium coli wurde bei Salmonella enteritidis, Bacillus anthracis und allen kugelförmigen Mikroorganismen, darunter auch Streptococcus faecalis, durch Bacterium aerogenes bei Streptococcus faecalis und Streptococcus pyogenes, durch Bacterium pyocyaneum und Bacterium fluorescens bei Streptococcus pyogenes und durch Bacterium pyocyaneum außerdem noch bei Bacillus subtilis beobachtet. Weiterhin wurde die Lebensdauer von Streptococcus pyogenes in reinem Wasser durch aerobe Sporenbildner (Bac. mesentericus, Bac. mycoides und Bac. subtilis) und hämolytische Mikrokokken (Mier. albus sowie Mier. aureus) beeinträchtigt. Bacillus mesentericus wirkte außerdem lebensverkürzend auf Sarcina lutea.
  - b) Verschiedentlich konnte auch eine Verkürzung der Lebensdauer von Keimen in Mischkulturen in reinem Wasser entweder bei Zimmer- oder bei Brutschranktemperatur (37°C) verzeichnet werden. So verminderte Bacterium aerogenes die Lebensdauer von Bacterium enteritidis Gärtner nur bei 18 - 20°C. Bacterium pyocyaneum und Bacterium fluorescens übten einen negativen Einfluß auf die stäbchenförmigen Mikroorganismen aus. Die Lebensdauer der nichtsporenbildenden Stäbchen (Bact. coli und Bact. aerogenes) wurde bei Brutschranktemperatur verkürzt, die der sporenbildenden dagegen hauptsächlich nur bei Zimmertemperatur.
  - c) Ferner konnte eine Hemmung des Wachstums von Keimen in Mischkulturen in reinem Wasser bei 18 - 20°C und 37°C oder nur bei einer dieser Temperaturen festgestellt werden.
  - d) Hämolytische Mikrokokken (Mier. albus und Mier. aureus) erfuhren eine Verlängerung ihrer Lebensdauer in reinem Wasser bei Zimmer- und Brutschranktemperatur in Mischkulturen mit stäbchenförmigen Mikroorganismen (ausgenommen Bact. coli), sowie mit Sarcina lutea und Streptococcus pyogenes. Auf die Lebensdauer von Sarcina lutea in reinem Wasser wirkte die Anwesenheit von Bacterium aerogenes, bzw. hämolytischen Mikrokokken oder Streptococcus pyogenes begünstigend.
3. Im Mischkulturfiltrat: Bacterium coli / Micrococcus albus haemolyticus wurde eine gegen Micrococcus albus haemolyticus gerichtete geringe bakterizide Wirkung nachgewiesen, die sich unabhängig von der Menge der eingeimpften



antibakterieller bakterizider Wirkung. Diese bakterizide Wirkung fand sich nicht in den Reinkulturanfälligkeiten von *Bacterium coli* bzw. *Micrococcus albus haemolyticus*. In diesem Ansatz eingepflichte *Micrococcus albus haemolyticus* ebenso lange lebten wie in den Kontrollen in reinem Wasser. Die von *Bacterium coli* gebildeten antibakteriellen Substanzen wirkten spezifisch gegen *Micrococcus albus haemolyticus*, nicht *Staphylococcus aureus* und verloren nach 4 Wochen an Wirksamkeit.

Bei Kontrollversuchen in Nährbouillon konnte ebenfalls ein Antagonismus von *Bacterium coli* gegenüber hämolytischen Mikrokokken beobachtet werden.

4. *Bacterium faecalis alcaligenes* verursachte den Untergang von *Bacterium coli* und *Bacterium enteritidis* Gärtner in Nährbouillon durch starke Alkalibildung nach Bebrütung der Mischkulturen bei 37°C.

5. Die Messung der Wasserstoffionenkonzentration im städtischen Abwasser (Anfangs pH 7,2) ergab einen Anstieg der pH-Werte in das schwach alkalische Gebiet (7,6 bei 12 - 15°C nach 7 Tagen und 7,7 bei 37°C nach 3 Tagen). Es folgte ein allmählicher Rückgang zum Neutralwert (7,0), der bei Brutschranktemperatur frühzeitiger (nach 35 Tagen) erreicht wurde als bei Zimmertemperatur (nach 49 Tagen).

Die Bestimmung der organischen Substanz mit Hilfe des Kaliumpermanganatverbrauches zeigte im städtischen Abwasser bei Zimmertemperatur eine Abnahme der organischen Stoffe auf ca. 1/12 der ursprünglich vorhandenen Menge bis zum Ende der Beobachtungszeit von 17 Tagen bzw. 1/19 nach 103 Tagen.

Freier Schwefelwasserstoff war im städtischen Abwasser bei Zimmertemperatur nach 21 bzw. 35 Tagen, bei Brutschranktemperatur nach 10 Tagen nicht mehr nachzuweisen.

6. Bei Anwesenheit von relativ vielen organischen Stoffen waren nach der Entnahme der Abwasserproben *Bacterium coli* und Streptokokken in größerer Anzahl gegenüber den anderen Keimen vorhanden. Alle Kokken, Sporenbildner und das *Bacterium coli* verringerten sich sofort nach Versuchsbeginn, während sich die übrigen gramnegativen Stäbchen in den ersten Tagen sehr stark vermehrten und später erst mit dem Verbrauch der organischen Substanz abnahmen. Da die Kokken und Bazillen vor *Bacterium coli* aus dem städtischen Abwasser verdrängt wurden, wird angenommen, daß das *Bacterium coli* die Ursache ihrer vorzeitigen Abnahme war. Dasselbe scheinen die übrigen gramnegativen Stäbchen eine antagonistische Wirkung auf alle genannten Keime - also auch auf *Bacterium coli* - auszuüben.

7. Hefen konnten sich in den Abwasserproben dann vermehren, wenn sich der pH-Wert vom schwach alkalischen Gebiet zum Neutralpunkt verschob und die Proben bei Zimmertemperatur aufbewahrt wurden. Gleichzeitig mit der Vermehrung der Hefen fand eine ernante Zunahme von gramnegativen Stäbchen statt, ohne daß wiederum eine pH-Verschiebung nach der alkalischen Seite festgestellt werden konnte. Nach der Abnahme der organischen Stoffe im städtischen Abwasser wurde ein allmählicher Rückgang von Bakterien und Hefen beobachtet.

8. Einem starken Ansteigen der Gesamtkeimzahl in städtischem Abwasser zu Beginn der Untersuchungen folgte bei Zimmertemperatur eine Zunahme von Flagellaten, später von Ziliaten und dem Rädertierchen *Rotifer vulgaris*. Bei 37°C konnte nur eine Keimzahlsteigerung festgestellt werden, da die Protozoen bei dieser Temperatur nicht zur Entfaltung kamen.

Von den ermittelten 6 Flagellatenarten kamen nur *Bodo putrinus* und *Oicomonas mutabilis* in allen Abwasserproben vor. *Bodo putrinus*, *Oicomonas mutabilis*, *Cercobodo longicauda* und *Trigonomonas compressa* wiesen in den bei Zimmertemperatur verwahrten Proben am 3. und 7. Tage ein Maximum auf, das später nur von *Bodo putrinus* beibehalten wurde.



Bei Brutschranktemperatur ( $37^{\circ}\text{C}$ ) wurde am 3. Tage nur noch *Bodo petrii* beobachtet, am 7. Tage dagegen gar keine Flagellaten mehr. Auch die Ziliaten kamen bis auf *Colpidium colpoda* und *Paramecium caudatum* nicht einheitlich in allen Proben städtischen Abwassers vor. Es wurden im ganzen 8 Arten festgestellt. *Colpidium colpoda* war bei Zimmertemperatur vom 7. - 21. Tage sehr stark vertreten und *Paramecium caudatum* vom 10. bis zum 77. Tage. Danach verringerten sich die Zahlen dieser Wimpertierchen. Neben Colpidien und Paramecien erschienen nach 21 bis 35 Tagen *Uronema marinus*, *Lionotus fasciola*, *Oxytricha fallax* und *Chilodonella cucullata* in größerer Anzahl, die jedoch auch später wieder abnahmen. *Uronema marinus* nach 77 Tagen, *Lionotus fasciola* nach 63 bzw. 77 Tagen und *Oxytricha fallax* sowie *Chilodonella cucullata* nach 49 Tagen.

Bei Brutschranktemperatur ( $37^{\circ}\text{C}$ ) konnte von den Ziliaten nur *Colpidium colpoda* bis zum 7. Versuchstage nachgewiesen werden. Wenn kein freier Schwefelwasserstoff mehr festgestellt wurde, tauchte in den Abwasserproben das Rädertierchen *Rotifer vulgaris* bei Zimmertemperatur in großen Mengen auf.

Eine Abhängigkeit des Gedeihens vom Gehalt an freiem Schwefelwasserstoff wurde auch noch bei anderen Mikroorganismen beobachtet. *Spirillum undulans* und *Vorticella microstoma* traten in städtischen Abwasser in Erscheinung, solange noch freier Schwefelwasserstoff vorhanden war, *Anteophysa vegetans*, *Uronema marinus*, *Lionotus fasciola*, *Oxytricha fallax* und *Chilodonella cucullata* dagegen erst, wenn kein freier Schwefelwasserstoff mehr ermittelt werden konnte.

Eine Einwirkung des pH - Wertes des Abwassers auf die Lebensfähigkeit fand sich bei einem Wimpertierchen der Gattung *Pyxidium*, das erst bei Erreichen des Neutralpunktes hervortrat.

9. Die Ermittlung der Wasserstoffionenkonzentration in Jauche (Anfangs-pH 8,2) zeigte gegenüber der im städtischen Abwasser eine stärkere Alkalisierung mit einem Höchstwert von pH 9,3 bei Zimmertemperatur und pH 9,7 bei Brutschranktemperatur. Ein Absinken zum Neutralpunkt wurde nicht festgestellt.

Die Bestimmung der organischen Substanz mit Hilfe des Kaliumpermanganatverbrauches zeigte in der Jauche bei Zimmertemperatur eine Abnahme der organischen Stoffe auf ca.  $\frac{1}{2}$  der ursprünglichen Menge bis zum Abschluß der Untersuchungen nach 49 bzw. 63 Tagen, bei Brutschranktemperatur auf ca.  $\frac{1}{25}$  nach 49 Tagen.

Freier Schwefelwasserstoff war in Jauche bei Zimmertemperatur bis zum Versuchsende nach 49 bzw. 63 Tagen noch vorhanden, während er bei  $37^{\circ}\text{C}$  nach 7 bzw. 49 Tagen nicht mehr nachgewiesen werden konnte.

10. Bei sehr großen Mengen organischer Substanzen konnten in der Jauche außer den im städtischen Abwasser isolierten Keimen noch *Methanococcus mazei* und *Bacterium faecalis alcaligenes* festgestellt werden. *Bacterium coli* war nur in geringer Anzahl vorhanden. Während *Methanococcus mazei* abnahm, vermehrte sich *Bacterium faecalis alcaligenes* sehr stark und verringerte sich später wieder. Das *Bacterium coli*, das im städtischen Abwasser relativ lange lebensfähig blieb, verschwand in Jauche schon nach kurzer Zeit. Dadurch kann die lange Lebensdauer der Sporenbildner erklärt werden, die auch nicht durch das stark alkalische Medium beeinflusst wurden. Da Hefen in der Jauche nicht auftraten, wurde bei den gramnegativen Stäbchen bei Zimmertemperatur keine erneute Zunahme beobachtet. Die übrigen Keime verhielten sich ähnlich wie die im städtischen Abwasser.

11. In der Jauche wurden nur drei Flagellatenarten gefunden, von denen in jeder Probe eine Art sichtbar war und bei Zimmertemperatur bis zum Versuchsende unvermindert blieb. Eine Vermehrung von Flagellaten, wie sie im städtischen Abwasser beobachtet wurde, konnte in der Jauche nicht festgestellt werden.



Bei 17°C wurden *Paramecium caudatum* nach 1 Tag und *Oicomonas antabilis* nach 7 Tagen nicht mehr beobachtet, während *Polytoma uvella* noch nach 37 Tagen lebte.

Die Ziliaten waren in der Jauche weniger durch *Glaucocystis* oder *Glaucocystis pyriformis* vertreten. Bei Zimmertemperatur kam später in allen Proben *Colpoda cucullus* und in einer noch *Colpoda cucullus* hinzu. Die Vermehrung der Ziliaten erfolgte in der Jauche keinen derartigen Fortschritt wie in städtischen Abwasser. Der Grund hierfür liegt in der stark alkalischen Reaktion der Jauche.

Bei Brutschranktemperatur (37°C) konnten nach 3 Tagen gar keine Ziliaten mehr festgestellt werden.

Gegenüber den Abwassertypen enthielten die Jaucheproben weniger sowie auch andere Protozoen wie *Polytoma uvella*, *Colpoda cucullus*, *Glaucocystis pyriformis* und *Glaucocystis pyriformis* konnten in städtischen Abwasser nicht aufgefunden werden.

12. Die Temperatur von 37°C führte in städtischen Abwasser und in Jauche zu einem schnelleren Abbau der organischen Substanz und damit zu einer vorzeitigen Abnahme der Gesamtkeimzahl. Das frühzeitige Verschwinden der Protozoen bei Brutschranktemperatur hatte also auf den Abbau der organischen Stoffe keinen Einfluß.
13. *Salmonella enteritidis* lebte in städtischen Abwasser und in Jauche wesentlich kürzer als in reinem Wasser aber länger als in Mischkulturen mit *Bacterium coli* in sterilisiertem Bachwasser. Die Verkürzung der Lebensdauer der Salmonellen in städtischen Abwasser und in Jauche gegenüber der in reinem Wasser wird auf den Antagonismus von Bakterien, besonders von *Bacterium coli* zurückgeführt. Für die Verlängerung der Lebensdauer von Salmonellen in städtischen Abwasser und in Jauche gegenüber der in den Mischkulturen mit *Bacterium coli* in sterilisiertem Bachwasser wird die Schädigung von *Bacterium coli* durch den Antagonismus anderer Bakterien verantwortlich gemacht.
14. Das Gedeihen von Mikroorganismen im Wasser ist von einer ganzen Reihe von Faktoren abhängig, von denen u.a. die Menge der organischen Substanzen, die Temperatur, der Gehalt an Pflanzstoffen ( $H_2S$  und  $NH_3$ ) und der pH-Wert genannt seien. Die Vermehrung der Protozoen hängt daneben von der Bakterienzahl ab und die Lebensfähigkeit der Bakterien von den Wechselbeziehungen untereinander.



Am Ende meiner Ausführungen möchte ich meinen hochverehrten  
Lehrern, besonders Herrn Professor Dr. H. R o l l e für die  
Überlassung des Themas und sein stetes Interesse an meinen  
Untersuchungen, sowie Herrn Professor Dr. Dr. K. v. F r i e s c h  
und Herrn Professor Dr. L. B r a u n e r meinen verbindlichsten  
Dank aussprechen.





## VII. Literaturverzeichnis.

- Bartos, D., Bangaci, J.  
und Pakos, K.:  
Die Lebensdauer der enteralen Krankheits-  
erregenden Bakterien im Brunnenwasser.  
(Ztschr. f. Hyg. Bd. 127, 1946, 347)
- De Bary, A.:  
Die Erscheinungen der Symbiose:  
Straßburg 1879  
(nach Gillissen, G.: Zbl. f. Bakt. I. Abt.  
Orig. Ref. Bd. 151, 1953/54, 161)
- Beard, J. P.:  
Rolle der Bakteriophagen bei natürlichen  
Reinigungsvorgängen.  
(Jour. Infect. Diseases, Bd. 52 Nr. 3,  
1933, 420 - 426) (Ref. Wasser und Abwasser  
Bd. 31, 1933, 346)
- Bokorny, Th.:  
Einige Versuche über die Abnahme des Wassers  
an organischer Substanz durch Algenvegetation.  
(Arch. f. Hyg. Bd. 14, 1892, 202)
- Bolton, H.:  
Über das Verhalten verschiedener Bakterien-  
arten im Trinkwasser.  
(Ztschr. f. Hyg. Bd. 1, 1886, 76)  
(nach Dunbar, W.: Leitfaden für die Abwasser-  
reinigungsfrege. 3. Aufl. Verlag: Oldenbourg,  
München 1954, 526)
- Bontemps, H.:  
Untersuchungen über die Degenerationserschei-  
nungen pathogener Bakterien im destillierten  
Wasser.  
(Beitr. z. pathol. Anat. u. z. allg. Path.  
Bd. 7, 1890, 11)
- Brach, C.:  
Über den Einfluß des Lichtes auf Bakterien  
und über die Selbstreinigung der Flüsse.  
(Arch. f. Hyg. Bd. 17, 1893, 179)
- Buchner, H.:  
Der Bakteriophage in den Abwässern.  
(Arch. f. Hyg. Bd. 101, 1929, 318)
- Bujanowska, D.:  
Ein Beitrag zur Kenntnis der Lebensdauer  
von Bact. coli und Milzbrandsporen.  
(Zbl. f. Bakt. I. Abt. Orig. Bd. 58, 1911, 505)
- Bussan, B.:  
De l'action de l'eau de mer sur les microbes.  
(Rev. d'Hyg. et de pol. san. Nr. 2, 1894, 104)
- Casadebat, P. A.:  
Über spontane Wachstumshemmung der Bakterien  
infolge Selbstvergiftung.  
(Münch. med. Wchschr. Nr. 37, 1905, 1761)
- Conradi, H. und  
Kürpjuweit, O.:  
„Bericht über den Bakteriengehalt verschie-  
dener Wässer“ in  
(Die Wasserversorgung von Zürich, Zürich  
1885, 92)
- Cramer, C.:  
(Ind. Chem. 23, 1931, 309 - 313)  
(nach Viehl, K.: Ztschr. f. Hyg. Bd. 119,  
1937, 399)



- Carrier:** Self - purification of flowing water.  
(The american journal of medical sciences.  
Dec. 1890) (nach Hammerl, M.: Hyg. Rdsch.  
Bd. 7, 1897, 536)
- Dahl, Fr.:** Urtiere oder Protozoa in: „Die Tierwelt  
Deutschlands und der angrenzenden Meeresstee“  
Bd. 1 - 4 (1930/35) Verl. G. Fischer, Jena
- Emich:** (Sitzungsberichte der Akademie der Wissen-  
schaften zu Wien. 1885, 67) (nach Schlatter,  
Ztschr. f. Hyg. Bd. 9, 1890, 85)
- Emmerich, R. und  
Germund, W.:** Beiträge zur experimentellen Begründung der  
Pettencoferschen Cholera- und Typhuslehre.  
(Munch med. Wochschr. 1904, 1089 und 1157)
- Emmerich und Pinto:** (nach Karlinaki, J.: Arch. f. Hyg. Bd. 9, 1889, 44)
- Fehrs:** Die Beeinflussung der Lebensdauer von Krank-  
heitskeimen im Wasser durch Protozoen.  
(Hyg. Rdsch. Bd. 16 Nr. 3, 1906, 113)
- Ficker, M.:** Über Lebensdauer und Absterben von pathogenen  
Keimen.  
(Ztschr. f. Hyg. Bd. 29, 1898, 1)
- Fischer, B.:** Die Bakterien des Meeres nach den Untersu-  
chungen der Planktonexpedition unter gleich-  
zeitiger Berücksichtigung einiger älterer und  
neuerer Untersuchungen.  
(Zbl. f. Bakt. I. Abt. Orig. Ref. Bd. 15, 1894, 657)
- Fischer, B.:** Untersuchungen über die Verunreinigung des  
Kieler Hafens.  
(Ztschr. f. Hyg. Bd. 23, 1896, 1)
- Flu, P. C.:** Der Bakteriophage und die Selbstreinigung  
des Wassers.  
(Zbl. f. Bakt. II. Abt. Orig. Bd. 59, 1923, 317)
- Frank, G.:** Die Veränderungen des Spreewassers innerhalb  
und unterhalb Berlins in bakteriologischer  
und chemischer Hinsicht.  
(Ztschr. f. Hyg. Bd. 3, 1888, 355)
- Frankland, P.:** Über das Verhalten des Typhusbazillus und des  
Bacillus coli communis im Trinkwasser.  
(Ztschr. f. Hyg. Bd. 19, 1895, 393)
- Frankland, P.:** (nach Hilsum, M.: Zbl. f. Bakt. I. Abt. Orig.  
Bd. 27, 1900, 66)
- v. Freudenreich, E.:** Beitrag zur bakteriologischen Untersuchung  
des Wassers auf Kolibakterien.  
(Zbl. f. Bakt. I. Abt. Bd. 20, 1896, 522)
- Fromme, A.:** Über die Beziehung des metallischen Eisens zu  
den Bakterien und über den Wert des Eisens  
zur Wasserreinigung.  
(Zbl. f. Bakt. I. Abt. Ref. Bd. 12, 1892, 274)
- Gale, Papakosta:** (C. r. Soc. Biol. 85, 1938, 859)  
nach Gallissen, G.: Zbl. f. Bakt. I. Abt. Or.  
Ref. Bd. 151, 1953/54, 161)

- Genlind, W.:  
Über die Selbstreinigung des Wassers durch Protozoen mit besonderer Berücksichtigung des biologischen Klärprozesses.  
(Hyg. Rdsch. Bd. 26, 1916, 489)
- De Giava:  
Über das Verhalten einiger pathogener Mikroorganismen im Meerwasser.  
(Ztschr. f. Hyg. Bd. 6, 1889, 162)
- Gillissen, G.:  
Untersuchungen über verschiedene Antagonismen.  
(Zbl. f. Bakt. I. Abt. Orig. Bd. 159, 1952/53, 94)
- Gillissen, G.:  
Der Koli- Milzbrand- Antagonismus.  
(Zbl. f. Bakt. I. Abt. Orig. Bd. 159, 1952/53, 187)
- Gillissen, G.:  
Ursache und Bedeutung des antimikrobiellen Antagonismus.  
(Zbl. f. Bakt. I. Abt. Orig. Ref. Bd. 151, 1953/54, 161)
- Gillissen, G. und Meier, J.:  
Über den Coli- Typhus- Antagonismus.  
(Zbl. f. Bakt. I. Abt. Orig. Bd. 156, 1951, 365)
- Gotschlich, E.:  
Antagonismus und Symbiose in Mischkulturen.  
(Hdb. d. path. Mikroorg. 3. Aufl. Bd. 1, 1903, 201)
- Gotschlich, E.:  
Vorkommen und Verhalten der pathogenen Bakterien im Wasser.  
(Hdb. d. path. Mikroorg. 3. Aufl. Bd. 1, 1903, 319)
- Gray, J., Allan, D.:  
The Significance of Bact. aerogenes in Water.  
(J. of Hyg. 32, 1932, 132)
- Grimbert:  
Sur la recherche du bacille d'Eberth dans les eaux.  
(La Semaine médicale Nr. 29, 1894, 230)
- Gundel, M. und Habs, H.:  
Über den Antagonismus von Kolibakterien auf Milzbrandbazillen.  
(Zbl. f. Bakt. I. Abt. Orig. Bd. 104, 1927, 463)
- Gundel, M. und Himmstedt, M.:  
Über den Antagonismus zwischen Bakterien in künstlichen Nährmedien.  
(Münch. med. Wchschr. 1925, 1674)
- Gundel, M. und Kliewe, H.:  
Experimentelle Untersuchungen über das antagonistisch wirksame Prinzip der Koli- gegenüber den Milzbrandbazillen.  
(Zbl. f. Bakt. I. Abt. Orig. Bd. 124, 1932, 519)
- Hammerl, H.:  
Über das Vorkommen des Bact. coli im Flußwasser.  
(Hyg. Rdsch. 1897, 529)
- Hashimoto, K.:  
Wachstumshemmende Wirkung von Coli-Bazillen pathogenen Darmbakterien gegenüber.  
(Zbl. f. Bakt. I. Abt. Orig. Bd. 103, 1927, 1)
- Havens und Dehler:  
(Amer. J. Hyg. 3, 298, 1923)  
(aus Keiho Kanada: Zbl. f. Bakt. I. Abt. Orig. Bd. 118, 1930, 317)
- Heraeus, W.:  
Über das Verhalten der Bakterien im Brunnenwasser, sowie über reduzierende und oxydierende Eigenschaften der Bakterien.  
(Ztschr. f. Hyg. Bd. 1, 1886, 193)



- esse, W.:  
Über den Bakteriengehalt im Schmelzwasser  
des Albertbades zu Dresden.  
(Ztschr. f. Hyg. Bd. 25 H. 3, 1897, 482)
- Malham, A.:  
Bakteriologische Untersuchung eines Schmelz-  
bades in Bezug auf die Selbstreinigung.  
(Zbl. f. Bakt. I. Abt. Orig. Bd. 27, 1900, 661)
- Malham, A.:  
The factors which influence the longevity  
of Bact. coli and Bact. typhosus in water.  
(Univ. Ill. Bull., 14, Water Survey Series  
1932, 225)
- van't Hoff, H. J.:  
Eigenthümliche Selbstreinigung der Mense von  
Rotterdam.  
(Zbl. f. Bakt. I. Abt. Bd. 18, 1895, 268)
- Hoffmann, W.:  
Untersuchungen über die Lebensdauer von Ty-  
phusbazillen im Aquariumwasser.  
(Arch. f. Hyg. Bd. 52, 1905, 208)
- Houston, A. C.:  
(nach Dunbar, W.: Leitfaden für die Abwas-  
serreinigungsforsch. 5. Aufl. Verl. G. Fischer  
München, 1954, 526)
- Malwa, Fr.:  
Beiträge zur Schwemmkanalisation und Wasser-  
versorgung der Stadt Breslau.  
(Ergänz. Hefte z. Zbl. f. allg. Gesundheitspfle-  
ge, Bd. 1, 1885, 89)
- Huntemüller, O.:  
Vernichtung der Bakterien im Wasser durch  
Protozoen.  
(Arch. f. Hyg. Bd. 54, 1905, 189)
- Ickert, Fr.:  
Über die Bakterien im Schwimmbadwasser.  
(Öffentl. Gesundheitspflege, 1916, 461)
- Jäger, G.:  
Über die Reinigungswirkung von Protozoenre-  
kulturen in künstlichem Abwasser.  
(Zeitschr. f. Hyg. Bd. 120, 1939, 620)
- Jermiloff, A. P.:  
Dauer des Vorhandenseins von Typhusbazille  
im Wasser und die Bedeutung der Flagellate  
bei der Selbstreinigung der Wässer von der  
Typhusinfektion.  
(aus Zbl. f. Bakt. I. Abt. Ref. Bd. 58, 1915, 79)
- Karlinski, J.:  
Über das Verhalten des Typhusbazillus im  
Brunnenwasser.  
(Arch. f. Hyg. Bd. 9 Hef. 4, 1889, 457)
- Karlinski, J.:  
Über das Verhalten einiger pathogener Bakte-  
rien im Trinkwasser.  
(Arch. f. Hyg. Bd. 9 Hef. 2, 1889, 131)
- Karlinski, J.:  
Ein Beitrag zur Kenntnis des Verhaltens des  
Typhusbazillus im Trinkwasser.  
(Arch. f. Hyg. Bd. 10, 1890, 464)
- Kedzior, L.:  
Über den Einfluß des Sonnenlichtes auf Bakte-  
rien. (Arch. f. Hyg. Bd. 36 Hef. 4, 1899, 343)
- Keiho Marada :  
Antagonismen und Mutation in Bakterienkulturen.  
(Zbl. f. Bakt. I. Abt. Orig. Bd. 118, 1932, 345)
- Kisckalt, K.:  
Untersuchungen über Trinkwasseraufbereitung.  
(Ztschr. f. Hyg. Bd. 80, 1915, 97)

- Kiskalt, K.:  
 Untersuchungen über Trinkwasserfiltration.  
 (Ztschr. f. Hyg. Bd. 83, 1917, 508)
- Koch, F. E. und  
 Krämer, E.:  
 Über den Antagonismus von Kolibakterien gegen  
 Typhusbakterien, Staphylokokken und Strepto-  
 kokken.  
 (Zbl. f. Bakt. I. Abt. Orig. Bd. 123, 1932, 308)
- Kohn, E.:  
 Zur Biologie der Wasserbakterien.  
 (Zbl. f. Bakt. II. Abt. Orig. Bd. 15, 1906, 690)
- Konradi, D.:  
 Über die Lebensdauer pathogener Bakterien im  
 Wasser.  
 (Zbl. f. Bakt. I. Abt. Orig. Bd. 36, 1904, 203)
- Koslik, V.:  
 Der Bakteriengehalt des Wassers offener  
 Schwimmbäder.  
 (Hyg. Rdsch. Nr. 8, 1898, 361)
- Kraus, C.:  
 Über das Verhalten pathogener Bakterien im  
 Trinkwasser.  
 (Arch. f. Hyg. Bd. 6, 1887, 234)
- Kruse, W.:  
 Zur hygienischen Beurteilung des Wassers.  
 (Ztschr. f. Hyg. Bd. 17, 1894, 1)
- Kyriazides, K.:  
 Versuche über die Bedeutung der Protozoen  
 für die Selbstreinigung des Wassers.  
 (Ztschr. f. Hyg. Bd. 112, 1931, 350)
- Langermann:  
 Untersuchungen über den Vorgang der Selbst-  
 reinigung ausgeführt am Wasser des Gießener  
 Volksbades.  
 (Ztschr. f. Hyg. Bd. 64, 1909, 435)
- Liekmann, H.:  
 Auftreten, Verhalten und Bedeutung der Proto-  
 zoen bei der Selbstreinigung stehenden Ab-  
 wassers.  
 (Inaugural- Dissert. Leipzig 1936)
- Liebmann, H.:  
 Zur Biologie der Methanbakterien.  
 (Mü. Gesdh. ing. Bd. 71, 1950, 14 und 56)
- Liebmann, H.:  
 Handbuch der Frischwasser- und Abwasserbiolo-  
 gie. Bd. 1 Verl. Oldenbourg, München 1951)
- Low, O.:  
 Zur Frage der Selbstreinigung der Flüsse.  
 (Arch. f. Hyg. Bd. 12, 1891, 261)
- Messerschmidt, Th.:  
 Über die Wirkungsweise von biologischen Ab-  
 wasserreinigungskörpern.  
 (Ztschr. f. Hyg. Bd. 80, 1915, 447)
- Müller, A.:  
 (Landwirtschaftliche Versuchsstationen .  
 Bd. 16, 1870, 263) (nach Hilsen, M.: Zbl. f.  
 Bakt. I. Abt. Orig. Bd. 27, 1900, 661)
- Müller, P. Th.:  
 Über die Rolle der Protozoen bei der Selbst-  
 reinigung stehenden Wassers.  
 (Arch. f. Hyg. Bd. 75, 1912, 321)
- Mutschler, L.:  
 Das Arewasser bei Bern. Ein Beitrag zur  
 Kenntnis der Selbstreinigung der Flüsse.  
 (Zbl. f. Bakt. I. Abt. Ref. Bd. 21, 1897, 344)
- Nakashima, T.:  
 Beitrag zum Vorkommen und Verhalten des  
 bakteriophagen Lysins in Abwässern.  
 (Zbl. f. Bakt. I. Abt. Orig. Bd. 94, 1925, 303)



- Nakhimovskaja, M. J.:  
(nach G. Lissach, Zbl. f. Bakt. I. Abt. Bd. 136, 1936, 397)  
Über Bakteriophagenbefunde im Abwasser von Vorfluter.  
(Zbl. f. Bakt. I. Abt. Orig. Bd. 136, 1936, 397)
- Nick, I.:  
Über die Wirkung der Kohlensäure, des Sauerstoffes und der Abwesenheit des Sauerstoffs auf Wasserorganismen.  
(Zbl. f. Bakt. II. Abt. Orig. Bd. 81, 1930, 167)
- Nisile, R.:  
Über die Grundlagen einer neuen methodischen Bekämpfung der pathologischen Darmflora.  
(Deutsche med. Wochschr. Nr. 39 Bd. 42/2, 1916, 11)
- Olitzky, L.:  
Über die antagonistischen Wirkungen des *Bacillus fluorescens liquefaciens* und seine hygienische Bedeutung.  
(Zbl. f. Bakt. I. Abt. Bd. 13, 1893, 714)
- v. Pettenkofer, M.:  
Zur Selbstreinigung der Flüsse.  
(Arch. f. Hyg. Bd. 12, 1891, 269)
- Pfeiffer, L. und Eisenlohr, L.:  
Zur Frage der Selbstreinigung der Flüsse.  
(Arch. f. Hyg. Bd. 14, 1892, 190)
- Platt, A. D.:  
The viability of Bact. coli and Bact. aerogenes in water.  
(Amer. Jour. Hyg. 35, 1935, 457)
- Pöhl, L.:  
Die chemischen Eigenschaften des Wassers und die Beziehungen derselben zur Lebhaftigkeit der Mikroorganismen.  
(Zbl. f. Bakt. Bd. III, 1888, 162)
- Frausnitz, W.:  
Der Einfluss der städtischen Kanalisation auf die Luft mit besonderer Berücksichtigung der Frage der Selbstreinigung der Flüsse.  
(Hyg. Tagesfragen Bd. 9, 1899, 93)
- Frausnitz, W.:  
Das Absterben der Mikroorganismen bei der Selbstreinigung der Flüsse.  
(Hyg. Rdsch. Nr. 4, 1896, 161)
- Pringsheim, H. G.:  
Über die gegenseitige Schädigung und Förderung von Bakterien.  
(Zbl. f. Bakt. II. Abt. Orig. Bd. 51, 1920, 12)
- Razetto, L.:  
Über die hygienische Bedeutung von Protozoen im Wasser und über das Verhalten von Fäkalien gegenüber Protozoen.  
(Hyg. Rdsch. Bd. 18, 1908, 1020)
- Relle, M.:  
Mikrobiologie und allgemeine Seuchenlehre.  
(Ferdinand Enke Verlag, Stuttgart 1949, 11)
- Rubner, M.:  
Beitrag zur Lehre von den Wasserbakterien.  
(Arch. f. Hyg. Bd. 11, 1890, 365)
- Russel, H. L.:  
Toxizität des Wassers für pathogene Bakterien und mögliche Bedeutung derselben für Selbstreinigung verunreinigter Gewässer.  
(Zbl. f. Bakt. I. Abt. Orig. Bd. 31, 1902, 298)
- Schäperclaus, W.:  
Die Rolle der Bakteriophagen in den Gewässern.  
(Zeitschr. f. Fischerei 3, 1954, 111)

- Schepilewsky, A.:  
Über den Prozeß der Selbstreinigung der natürlichen Wasser nach ihrer künstlichen Infizierung durch Bakterien.  
(Arch. f. Hyg. Bd. 72, 1910, 73)
- Schiller, I.:  
Über „erzwungene“ Antagonisten.  
(Zbl. f. Bakt. I. Abt. Orig. Bd. 91, 1924, 68)
- Schilling, G. und  
Califano, L.:  
Antagonismus der Bakterienarten.  
(Zbl. f. Bakt. I. Abt. Orig. Bd. 119, 1930/31, 244)
- Schlatter, C.:  
Der Einfluß des Abwassers der Stadt Zürich auf den Bakteriengehalt der Limmat.  
(Ztschr. f. Hyg. Bd. 9, 1890, 56)
- Schmuck, H.:  
Über die Bedeutung der Rheilvervegetation für die Selbstreinigung des Rheins.  
(Zb. allg. u. landw. Hyg. Bd. 12, 1893, 165)
- Speyer, E.:  
Über die Wirkung verschiedener Wasserstoffionen- Konzentrationen auf das Wachstum des Coli- Bact. in künstlichen Nährböden.  
(Zbl. f. Bakt. I. Abt. Orig. Bd. 93, 1924, 340)
- Spiegel:  
Über die Vernichtung von Bakterien im Wasser durch Protozoen und über die Fähigkeit der Bodonaceen, Bakterienfilter zu durchdringen.  
(Arch. f. Hyg. Bd. 80, 1913, 283)
- Spitta, O.:  
Untersuchungen über die Verunreinigung und Selbstreinigung der Flüsse.  
(Arch. f. Hyg. Bd. 38, 1900, 160 - 293)
- Steiniger, F.:  
Salmonella panama in mit Abwasser verunreinigtem Hafenwasser.  
(Ärztl. Wchschr. 7, 42, 1952)
- Stiegler, W.:  
Über die Darmbakterien der Fliegen (*Musca domestica*).  
(Inaugural- Dissert. München 1954)
- Stockvis, C. S.:  
Protozoen und Selbstreinigung.  
(Arch. f. Hyg. Bd. 71, 1909, 46)
- Strauß und Dubarry:  
Recherches sur la durée de la vie des microbes pathogènes dans l'eau.  
(nach Karlinaki, J.: Arch. f. Hyg. Bd. 9, 1889, 448)
- Tager, G.:  
Bakteriologische Untersuchungen des Grundwassers in Jurjew nebst Studien über das Verhalten einiger Saprophyten im Wasser.  
(Inaugural- Dissert. Jurjew 1893, 56)  
(aus Zbl. f. Bakt. I. Abt. Ref. Bd. 16, 1894, 702)
- Tarro, R.:  
Über Streptokokkenzüchtung auf sauren Nährböden.  
(Zbl. f. Bakt. I. Abt. Orig. Bd. 17, 865, 1895)
- Uffelmann, J.:  
Die Selbstreinigung der Flüsse mit besonderer Rücksicht auf Städtereinigung.  
(Berl. klin. Wchschr. 1892, 423)



- Viehl, K.:  
Untersuchungen über das Wesen der Selbstver-  
nichtung und der künstlichen biologischen Ver-  
nichtung des Abwassers.  
(Ztschr. f. Hyg. Bd. 119, 1937, 563)
- Vignati, J.:  
Beitrag zur Kenntnis des Typhus- Coli- Aus-  
schlusses und seiner Ausscheidung zur Bereinige-  
rung der Typhusbazillen.  
(Zbl.f.Bakt.I.Abt.Orig.Bd. 107, 1924, 541)
- Waksman, S. A.:  
Antagonisme microbien et substances antibioti-  
ques.  
(nach Gillissen, G.: Zbl.f.Bakt.I.Abt.Orig.  
Ref.Bd. 131, 1933/34, 16.)
- v. Wikullil, L.:  
Wachstumsverhältnisse in Bakterienkulturen.  
(Zbl.f.Bakt.I.Abt.Orig.Bd. 126, 1932, 488)
- Wolffhügel, G. und  
Riedel, O.:  
Die Vermehrung der Bakterien im Wasser.  
(Arb. Ksl. Gesdh. Am. 1, 1886, 443)
- Zdarsky, E.:  
Kritische und experimentelle Beiträge zur  
Frage der Wirkungsmöglichkeit der Bakterio-  
phagen in Warmblüterorganismen und in der  
freien Natur.  
(Ztschr. f. Hyg. Bd. 103, 1924, 164)
- Zackermann, J. und  
Minkewitsch, J.:  
(Vlad. Pělo (russ.) 1925 Nr. 7)  
(aus Keiho Kanada: Zbl.f.Bakt.I.Abt.Orig.  
Bd. 118, 1930, 316)

## Lebenslauf

Am 26. November 1929 wurde ich als Tochter des Regierungsrates Dipl.-Ing. Karl Fleißig und seiner Ehefrau Johanna geb. Priele in Berlin - Schöneberg geboren.

Von Ostern 1936 bis Ostern 1940 besuchte ich die Grundschule in Berlin-Mariendorf und anschließend die Gertrud Stauffacher - Oberschule am gleichen Ort bis Ende des Jahres 1940. Im Winter 1940/41 war ich Schülerin der Bismarck - Oberschule in Königsberg i./Pr. . Danach kehrte ich in die Gertrud Stauffacher - Oberschule zurück. Im August 1943 wechselte ich in die Heinrich v. Kleist - Oberschule in Frankfurt/Oder über, der ich bis Ende Januar 1945 angehörte. Von Oktober 1945 bis Dezember 1946 besuchte ich die Oberrealschule in Meuselwitz/Thür. . Im Anschluß daran ging ich bis zum Abitur, das ich am 25. Juni 1949 ablegte, in die Oberschule für Mädchen in Ulm/Donau.

An der Ludwig Maximilians - Universität in München begann ich im Sommersemester 1950 mit dem Studium der Naturwissenschaften.

Mit der vorliegenden Arbeit, die ich am Tierhygienischen Institut der Universität München durchführte, beschäftigte ich mich seit März 1953.











